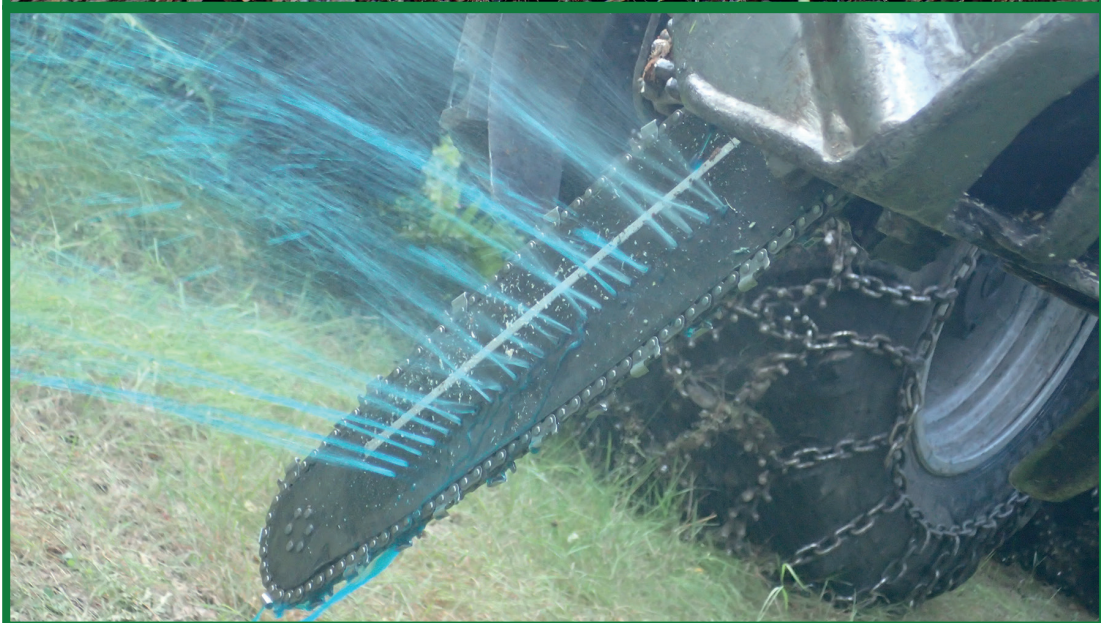


Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta



Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta, 2019

Tekijät: Tuula Piri, Luonnonvarakeskus
Annikka Selander, Suomen metsäkeskus
Jarkko Hantula, Luonnonvarakeskus
Pekka Kuitunen, Suomen metsäkeskus:
Kantokäsittelyn omavalvontaohje

Kannen kuvat: Tuula Piri

Kuvat: Heini-Marikka Hantula
Kari Korhonen
Taru Koskinen
Erkki Oksanen
Tuula Piri
Timo Silver

Taitto: Terttu Välkkilä, Suomen metsäkeskus

Verkossa: <https://www.metsakeskus.fi/julkaisut>

Paino: Offset Ulonen Oy, 2019

ISBN 978-952-283-052-4, nid.

ISBN 978-952-283-053-1, pdf

Sisällys

1 Johdanto	4
2 Yleistietoa juurikäävästä	4
2.1 Suomessa esiintyvät juurikääpälaajat: kuusenjuurikääpä ja männynjuurikääpä	4
2.2 Juurikääpäsiementen esiintymisalueet	5
2.3 Miten juurikääpä leviää	6
2.4 Tuhot ja taloudelliset vaikutukset	8
2.4.1 Kuusikot	8
2.4.2 Männiköt	9
2.5 Syyt juurikäävän runsauteen	12
3 Juurikäävän torjunta	13
3.1 Kantokäsittely	13
3.1.1 Torjuntakauden pituus	18
3.1.2 Kantokäsittelyn vaikutusmekanismi	18
3.1.3 Torjunta-aineiden ympäristövaikutukset	19
3.1.4 Kantokäsittelyn laatu ja omavalvonta	20
3.2 Korjuuvaurioiden välttäminen	21
4 Juurikääpäriski metsän jaksollisessa kasvatuksessa	22
4.1 Taimikon harvennus	22
4.2 Energiapuuharvennus	23
4.3 Kasvatushakkuut	23
4.3.1 Kasvatushakkuut terveessä metsässä	23
4.3.2 Kasvatushakkuut juurikäävän tartuttamassa kuusikossa	24
4.3.3 Kasvatushakkuut juurikäävän tartuttamassa männikössä	25
4.4 Päätehakkuu ja metsän uudistaminen	26
4.4.1 Puulajin valinta	26
4.4.2 Sekapuusto	26
4.4.3 Kun puulajia ei voida vaihtaa	27
4.4.4 Kantojen korjuu ja kulotus	28
5 Juurikääpäriski jatkuvassa kasvatuksessa	29
5.1 Jatkuvan kasvatuksen kuusikko	30
5.2 Jatkuvan kasvatuksen männikkö	30
5.3 Hakkuut jatkuvassa kasvatuksessa	30
6 Tulevaisuuden näkymät	31
Kirjallisuus	34
LIITE 1. Juurikääpätuhojen tunnistaminen	35
LIITE 2. Hakkuun tilaaminen	48
LIITE 3. Kantokäsittelyn omavalvontaohje	51

1 Johdanto

Teollisuuden puuntarve lisääntyy lähivuosina, ja se merkitsee kotimaisen puun hakkuumäärien merkittävää kasvua. Puuta tarvitaan tasaisena virtana ympäri vuoden. Tulevaisuuden metsien kasvun, puuston arvon ja puunsaannin kannalta on entistä tärkeämpää huolehtia metsien hyvästä kasvukunnosta.

Kuusikoiden ja männiköiden taloudellisesti pahimmat tuhonaiheuttajat ovat keskähakkuiden yhteydessä leviävät juurikäpäsienet. Juurikäpäsienet lahottavat Suomen kuusikoita ja tappavat mäntyjä vuosittain noin 50 miljoonan euron edestä. Näiden lahottajasienten leviämistä ovat edistäneet ympärivuotiset hakkuut, joissa ei ole tehty juurikäävän torjuntaa. Ilmaston lämpeneminen lisää juurikäävän tartuntariskiä ja taudin leviämistä entisestään. Terveet metsät ja juurikäävän tehokas torjunta ovat koko metsätalouden yhteinen asia. Kantokäsittely on merkittävä pitkävaikutteinen investointi metsien terveyteen ja puuntuotoskykyyn.

Tämä opas on kirjoitettu käytännön metsätalouden toimijoille eli puunostajille, korjuusuunnittelijoille ja koneurakoitsijoille sekä metsänomistajille. Opas on osa Luonnonvarakeskuksen ja Suomen metsäkeskuksen juurikäävän torjunnan laadun ja omavalvonnan kehittämishanketta. Kehittämistyön rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö.

2 Yleistietoa juurikäävästä

2.1 Suomessa esiintyvät juurikääpälaajat: kuusenjuurikääpä ja männynjuurikääpä

Juurikäpäsiienten ryhmään kuuluu viisi eri lajia, jotka poikkeavat toisistaan isäntäkasvien ja maantieteellisen levinneisyysalueen suhteen. Lajit on nimetty tärkeimmän isäntäkasvinsa mukaan. Suomessa esiintyy kaksi lajia: kuusen lahottajaksi erikoistunut **kuusenjuurikääpä** (*Heterobasidion parviporum*) ja pääasiassa mäntytien juuristoa lahottava **männynjuurikääpä** (*Heterobasidion annosum*). Nimistään huolimatta nämä juurikäävät tarttuvat myös muihin puulajeihin.

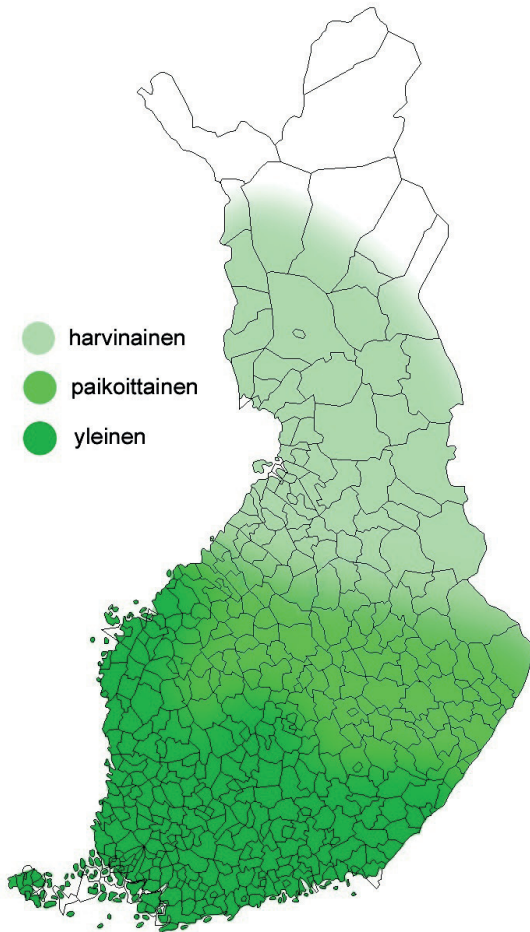
Kuusen ohella kuusenjuurikäpä on myös lehtikuusen lahottaja. Sekä kuusella että lehtikuusella kuusenjuurikäpä aiheuttaa tyvilahoa (entiseltä nimeltään maannou-semaa). Lisäksi kuusenjuurikäpä leviää lahosta kuusen kannosta lähellä kasvaviin männyn taimiin ja aiheuttaa niiden kuolemista. Kuusenjuurikäpätuho männyn taimikossa jää kuitenkin aina pienialaiseksi ja lyhytaikaiseksi.

Männynjuurikäpä vaivaa nimenomaan männiköitä aiheuttaen tyvitervastautia, mutta se saattaa olla pääasiallinen lahottaja myös kuusikoissa ja lehtikuusikossa. Silloin se aiheuttaa kuusenjuurikäävän tavoin tyvilahoa. Mikään havupuistamme ei ole täysin kestävä männynjuurikäpää vastaan. Havupuita kestävämpiä ovat lehtipuut, joskin esimerkiksi koivu voi saada tartunnan kasvaessaan sekapuuna männikössä. Männynjuurikäpä ei todennäköisesti pysty leviämään lehtipuusta toiseen, joten sieni häviää ajan kanssa puhtaasta lehtimetsästä. Männynjuurikäpää on tavattu myös varpukasveilla, kuten kanervalla, mustikalla ja puolukalla.

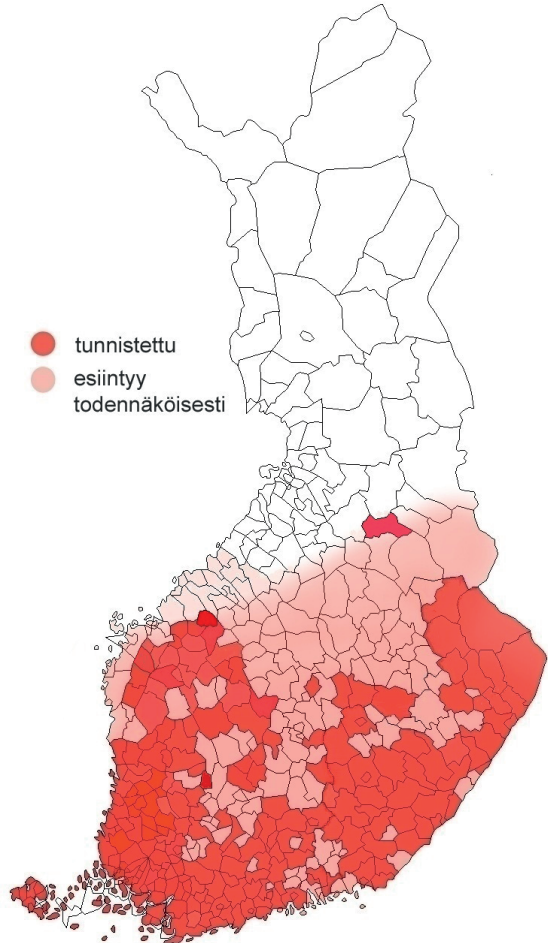
2.2 Juurikäpäsiienten esiintymisalueet

Kuusenjuurikäpä on erittäin yleinen Etelä-Suomessa (kuva 1), etenkin rannikko-seudun hyväkasvuisissa kuusikoissa. Paikoittain pahoja juurikäpätuhoja esiintyy myös Keski-Suomessa muun muassa vanhojen puunjalostustehdaspaikkakuntien ympäristössä. Kuusenjuurikäpä on levinnyt koko kuusen esiintymisalueelle, mutta tuhot vähenevät pohjoista kohti mentäessä. Pohjois-Suomessa kuusenjuurikäpää on toistaiseksi harvinainen. Sitä on kuitenkin tavattu paikoin rehevillä lehtomaisilla kasvupaikoilla.

Männynjuurikäpä viihtyy eteläisessä Suomessa, toisin kuin pohjoisempanakin menestyvä kuusenjuurikäpä. Männynjuurikäävän pohjoisrajaa ei tunneta tarkasti, mutta sientä tavataan Kokkola-Kuhmo-linjan eteläpuolella (kuva 2). Yksittäisiä tautitapauksia on löytynyt myös pohjoisempaa, esimerkiksi Paltamosta. Pahimmat tuhot männynjuurikäpä aiheuttaa Kaakkois-Suomen männiköissä, mutta sieni on yleinen paikoin muuallakin Etelä-Suomen harjumilla. Viime vuosina taudista on tehty lukuisia uusia havaintoja Lounais-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla.



Kuva 1. Kuusen tyvilahon levinneisyys 2017.
Lähde: Luke.



Kuva 2. Männyn tyvitervastaudin levinneisyys 2017. Lähde: Luke.

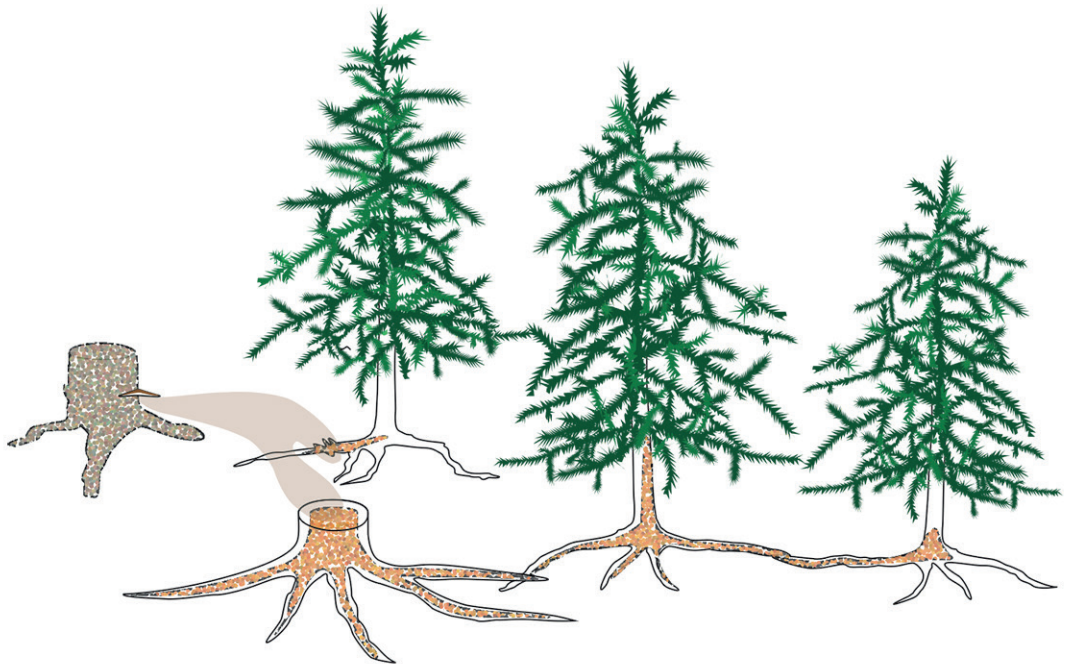
2.3 Miten juurikäpä leviää

Juurikäpäsenet leviävät kahdella eri tavalla: ilmavirtausten mukana kulkeutuvina **itiöinä** ja puuaineesa kasvavana **sienirihmastona** (kuva 3).

Juurikäävän **suvulliset itiöt** syntyvät itiöemissä eli käävissä. Käävät ovat monivuotisia. Ne kehittyvät pitkälle lahonneeseen puuainekseen paikkoihin, joissa on riittävän kostea pienilmasto. Tästä syystä käävät ovat yleensä suojassa auringolta kantojen onkaloissa tai sairaiden puiden (yleensä männyn) tyvellä karikkekerroksen alla. Myös lahojen tuulenkaatojen juurakoihin kehittyy usein juurikäävän itiömiä.

Käävistä sinkoutuvat itiöt kulkeutuvat ilmavirtausten mukana. Laskeuduttuaan tuorelle puupinnalle (tuoreet kannon kaatopinnot, juurivauriot) ne levittävät juurikäpätartunnan terveeseen metsikköön. Itiöt voivat levitä tuulten mukana satoja kilometrejä, mutta suurin osa niistä jää tartuttamaan lähimetsiä. Siksi suurin itiötartuntariski on sellaisilla alueilla, missä tautia esiintyy ennestään runsaasti. Juurikäävän itiötuotanto alkaa keväällä, kun ilman lämpötila nousee +5 asteeseen, ja jatkuu syksyllä siihen asti, kunnes lämpötila jää pysyvästi nollan alapuolelle ja itiöemät jäätyvät.

Valtaosa tartunnoista tapahtuu ensimmäisten vuorokausien aikana puun kaatamisen jälkeen tuoreisiin kantoihin. Viikon jälkeen kaadosta tartuntaa ei enää tapahdu. Talvella kaadettujen puiden kannot eivät seuraavana keväänä ole enää alttiita tartunnalle. Lehtipuiden kantoihin juurikäpä ei pysty leviämään itiövälikteisesti.



Kuva 3. Juurikäävän itiöt leviävät tuoreille kaatopinnoille ja korjuuvaurioihin. Niistä sieni etenee rihmastona viereisiin puihin. Piirros: Heini-Marikka Hantula.

Juurikäpä leviää **sienirihmastona** lyhyitä matkoja kannosta puuhun ja pystyvuosta viereiseen puuhun. Rihmasto ei pysty kasvamaan vapaasti maaperässä, vaan leviäminen tapahtuu aina juuristossa ja siirtyminen puusta toiseen puiden välisiä

juuriyhteyksiä pitkin. Juurikäpä leviää myös puusukupolvesta toiseen: Päätehakkoon jälkeen juurikäpä siirtyy rihmastona kannoista seuraavaan puusukupolven taimiin. Kannoissa rihmasto säilyy elossa ja tartuntakykyisenä niin kauan kuin niissä riittää sille ravintoa – kookkaissa päätehakkukannoissa jopa 40–50 vuotta.

2.4 Tuhot ja taloudelliset vaikutukset

2.4.1 Kuusikot

Juurikäpälaho leviää juuristosta ylös kuusen runkoon aiheuttaen **tyvilahoa**, jota aiemmin kutsuttiin **maannousemaksiksi**. Laho pilaa kuusen arvokkaan tyvitukin. Keskimäärin juurikäpä lahottaa reilut neljä metriä kuusen runkokuuta, mutta laho voi nousta jopa 12 metrin korkeuteen (kuva 4).



Kuva 4. Juurikäpälaho saattaa pilata kuusen rungon yli 10 metrin korkeudelle. Kuva: Kari Korhonen.

Juurikäpä etenee pääosin kuolleessa sydänpuussa, ja lahovikainen kuusi säilyy yleensä pitkään ulkoisesti hyväkuntoisena. Vasta pitkälle ehtinyt, mantopuuhun edennyt laho näkyy neulasiston harsuuntumisena, rungon pihkavuotoina ja pituuskasvun tyrehtymisenä. Lahojuuriset puut kaatuvat helposti kovalla tuulella ja tuulenskaadot metsikön sisällä ovat yleensä merkki tyvilahon esiintymisestä. Varmuudella taudin tunnistaa käävistä. Juurikäpätuhojen laajuus kokonaisuudessaan paljastuu kuitenkin vasta hakkuun yhteydessä (katso liite 1).

Juurikäävän taloudelliset vaikutukset Suomessa ovat arviolta vähintään 40 miljoonan euron luokkaa. Lisäksi epäsuoria kustannuksia syntyy puiden kasvun alenemisesta, puulajin vaihdosta, puunkorjuun uudelleenjärjestelystä ja juurikäävän torjuntatoimenpiteistä. Nämä kustannukset huomioon ottaen juurikäävän aiheuttamat vuotuiset menetykset olisivat Suomessa jopa 60 miljoonan euroa – ehkä enemmänkin. Ruotsissa menetysten suuruudeksi on arvioitu jopa noin 120 miljoonaa euroa vuodessa.

Suurin osa juurikäävän aiheuttamista menetyksistä lankeaa metsänomistajan kannettaviksi. Esimerkiksi eteläsuomalaisessa kuusen päätehakuuleimikossa, missä lahopuun osuus korjatun puun kokonaismäärästä on 10 prosenttia, metsänomistajalle koituu tappiota noin 800 euroa hehtaaria kohden. Vastaavasti, jos lahon osuus on 20 prosenttia, tappio nousee noin 2 000 euroon hehtaarilla ja 40 prosentin laho-osuudella noin 4 000 euroon hehtaarilla.

2.4.2 Männiköt

Männynjuurikäpä aiheuttaa männiköissä **tyvitervastautia**. Tautia esiintyy kaiken kokoisissa ja kaiken ikäisissä männyissä. Tauti alkaa yksittäisen männyn heikkenemisenä. Ajan myötä tautipesäke laajenee viereisiin puihin. Tunnusomaista laajentuneille pesäkkeille ovat eri aikoina ja siten eriasteisesti sairastuneet männyt: harsuuntuneet, kellertävät, ruskettuneet ja kuolleet puut (kuvat 5 ja 6). Männynjuurikäpä lahottaa männyn juuristoa. Mänty kuitenkin estää runsaalla pihkoittumisella sienirihmaston leviämisen ylös runkoon. Siksi laho nousee männyn rungossa yleensä vain 30–40 senttimetrin korkeuteen.



Kuva 5. Tyvitervastautipesäke männyn taimikossa. Kuvan alareunassa näkyy edellisen puusukupolven kanto, josta tauti on levinnyt taimiin. Kuva: Tuula Piri.



Kuva 6. Tyvitervastaudin vaivamia puita varttuneessa männikössä. Kuva: Tuula Piri.

Kun puun juuret lahoavat ja jälsi kuolee puun tyveltä, vesi ja ravinteet eivät pääse kulkeutumaan ylös runkoon ja puu kuivuu pystyyn. Tauti voi tappaa männyn nopeasti; etenkin nuoret männyt voivat kuolla muutamassa kuukaudessa. Vanhemmat puut saattavat taistella vuosikymmenien ajan juurikäävän juuristolevintää vastaan, mikä näkyy männikön tilavuuskasvun pienenemisenä. Ulkoisesti hyväkuntoisten, mutta piilevästä juuristotartunnasta kärsivien puiden osuus voi olla tartunnan saaneessa männikössä jopa kolminkertainen huonokuntoisiin puihin nähden. Peräti 30 prosenttia männyn juurista voi olla juurikäävän tartuttamia ilman että puussa näkyy ulkoisia merkkejä taudista (katso liite 1).

Juuriston osittainenkin tartunta heikentää männyn kasvua, koska ravinteiden ja veden saanti vaikeutuu. Lisäksi puu joutuu käyttämään osan resursseistaan puolustusreaktion ylläpitämiseen, jolloin niitä on käytettävissä vähemmän pituus- ja paksuuskasvuun. Tämä vaikutus puuntuotantoon voi pitkällä aikavälillä olla merkittävä. Männyn vuotuinen tilavuuskasvu pienenee keskimäärin 13 prosentilla, jos puun juuristosta noin 10 prosenttia on juurikäävän lahottamaa. Vaikka pihkoittuminen ja lahovika rajoittuvat männyn tyvelle ja runkopuu säilyy terveenä, rungon arvo alenee nopeasti seurannaistuhon, kuten siihen iskeytyvien hyönteisten ja sinistäjäsiementen, vuoksi.

Männynjuurikäävän taloudellisista vaikutuksista ei ole tehty samanlaisia laskelmia kuin kuusenjuurikäävän vaikutuksista, mutta niiden on arvioitu olevan nykyisellään 10–20 prosenttia kuusenjuurikäävän aiheuttamien tuhojen määrästä. Siten männynjuurikäävän aiheuttamat taloudelliset tappiot asettuvat suuruusluokkaan 5–10 miljoonaa euroa vuodessa.

Laskennallisten tappioiden ohella juurikäävän aiheuttamia tappioita lisää se, ettei sienien tartuttamalla kuivilla kankailla ole männyn lisäksi juuri vaihtoehtoisia, taloudellisesti kannattavia metsänkasvatusvaihtoehtoja. Siten männynjuurikäävän pahasti saastuttamat mäntykankaat ovat vaarassa jäädä pysyvästi vajaatuottoisiksi. Vaikka juurikäävän aiheuttamat tuhot männiköissä jäävät selvästi pienemmiksi kuin kuusikoissa, yksittäiselle metsänomistajalle tyvitervastauti voi olla kuusenjuurikäpää pahempi este harjoittaa taloudellisesti kannattavaa metsätaloutta.

2.5 Syyt juurikäävän runsauteen

Juurikäävän runsastuminen on pääosin seurausta siitä, että laajamittaiset kesähakkuut aloitettiin jo 1970-luvulla, mutta kantokäsittely vasta 1990-luvun alussa. Siten juurikäpä pääsi leviämään yhä uusiin leimikoihin varsin vapaasti noin kahdenkymmenen vuoden ajan. Lisäksi asutusten lähellä olevista metsistä on hakattu kotitarvepuuta ympäri vuoden, ja myös egyptinparrujen hakkuut ajoittuivat kesäkauteen jo paljon aiemmin. Tämä lienee syy tyvitervastaudin yleisyyteen egyptinparrujen vanhoilla tuotantoalueilla Itä-Suomessa.

Läntisessä Suomessa tyvitervastautiin ei juuri kiinnitetty huomiota ennen 2010-lukua. Koska taudin esiintymisestä ei oltu tietoisia, kantokäsittelyä ei tuettu Kemeravaroista ja männiköiden kesähakkuuta tehtiin vuosikymmeniä ilman juurikäävän torjuntatoimia. Tutkijoiden ja metsäammattilaisten kiinnitettyä huomio taudin esiintymiseen, on myös maan länsi- ja lounaisosissa tehty runsaasti uusia tyvitervastautihavaintoja, jotka ovat osoittautuneet olevan peräisin jo vuosikymmenien takaa.

Juurikäävän torjunta kantokäsittelyllä on luonteeltaan ennalta ehkäisevää. Siten se ei nykyiseen tapaan käytettynä estä juurikäävän leviämistä sienirihmastona. Tämän seurauksena juurikäpä pystyy etenemään puiden juuristoja pitkin tartunnan saaneessa havupuumetsikössä vuodesta ja jopa puusukupolvesta toiseen. Siten juurikäävän saaneilla kasvupaikoilla tuhot pahenevat niin pitkään kuin kasvupaikalla jatketaan alttiin havupuun kasvattamista. Tautikierteen katkaisemiseksi tarvitaan vähintään yksi lehtipuusukupolvi, mutta koivikon kasvattaminen on käytännössä vain harvoin mahdollista. Kaiken kaikkiaan juurikäävän torjunta on hyvin pitkäjänteistä toimintaa. Vaikka torjunnasta huolehditaan entistä paremmin, torjunnan tulokset konkretisoituvat vasta vuosikymmenien kuluttua.

3 Juurikäävän torjunta

Sataprosenttisen tehokasta menetelmää juurikäävän torjumiseksi ei ole, mutta mitä aikaisemmassa vaiheessa toimenpiteet juurikäävän leviämisen estämiseksi aloitetaan, sitä paremmat mahdollisuudet on välttyä pahoilta tuhoilta.

Tehokkain tapa torjua juurikäpää on estää sen pääsy metsään. Koska juurikäpä leviää terveelle kasvupaikalle itiöiden avulla, kannattaa metsikkö suojata mahdollisimman hyvin itiötartunnalta. Pakkasen ja roudan aikana tehdyissä hakkuissa juurikäävän leviämisen riski on erittäin pieni. Tämä koskee sekä kantojen kautta että runko- ja juurivaurioiden kautta tapahtuvaa tartuntaa. Hakkuita ei kuitenkaan ole taloudellisesti järkevää eikä puun tarpeen ja korjuuresurssien takia mahdollista tehdä vain talviaikana, joten huolellinen juurikäävän torjunta on välttämätöntä itiötartunnan ehkäisemiseksi.

Kun metsikkö on saanut tartunnan, torjuntamahdollisuudet ovat rajalliset. Juurikäpä voi säilyä kasvupaikalla jopa satoja vuosia, jos juurikäävälle lahotettavaksi sopivaa puulajia on jatkuvasti saatavilla. Pahimmillaan tyvilaho ja tyvitervastauti ovat kroonisia kasvupaikan tauteja, jotka pahenevat puusukupolvesta toiseen. Missä on juurikäpälahoa, siellä on myös juurikäävän itiöitä tuottavia kääpiä. Mitä enemmän on kääpiä, sitä enemmän ilmassa on juurikäävän itiöitä ja sitä suurempi osa kannoista on vaarassa saada tartunta tulevaisuudessa kesähakkuissa. Jos juurikäpää ei torjuta tehokkaasti, syntyy kierre, missä laho lisää lahoa.

3.1 Kantokäsittely

Juurikäävän torjunta on tärkeä osa hyvää metsänhoitoa, ja se pitää nähdä investointina, joka turvaa puuston kehityksen ja tulevat hakkuumahdollisuudet. Kesähakkuissa valtaosa juurikäpätartunnoista voidaan torjua käsittelemällä kantojen kaatopinnat hakkuun yhteydessä torjunta-aineella. Vaihtoehtoisia torjunta-aineita ovat **urea** ja **biologinen harmaaorvakkasienen** (*Phlebiopsis gigantea*) **itiöitä sisältävä valmiste**. Ne vähentävät oikein käytettyinä juurikäävän itiötartuntaa yli 90 prosenttia. Tärkeää on, että torjunta-aine peittää koko kaatopinnan siten, ettei juurikäävän itiöille jää vapaata tilaa. Kantokäsittely estää sekä männyn- että kuusenjuurikäävän leviämistä.

Laki metsätuhojen torjunnasta eli metsätuholaki (228/2016) säättää juurikäävän torjunnan pakolliseksi havupuuvaltaisissa metsissä tehtävissä hakkuissa juurikäävän leviämisen riskialueella toukokuun alun ja marraskuun lopun välisenä aikana. Ainoa poikkeus on kotitarvehakkuut. Torjunta on metsän hakkaajan vastuulla (Valtioneuvoston asetus juurikäävän torjunnasta 264/2016).

Asetus velvoittaa juurikäävän torjuntaan

Juurikäävän leviämisen riskialueet ovat metsien hoidosta ja käytöstä annetun valtioneuvoston asetuksen (1308/2013) 1 §:ssä tarkoitetut keskinen Suomi ja eteläinen Suomi (Kuva 7). Juurikäöpää on torjuttava, jos sen leviämisen riskialueella on:

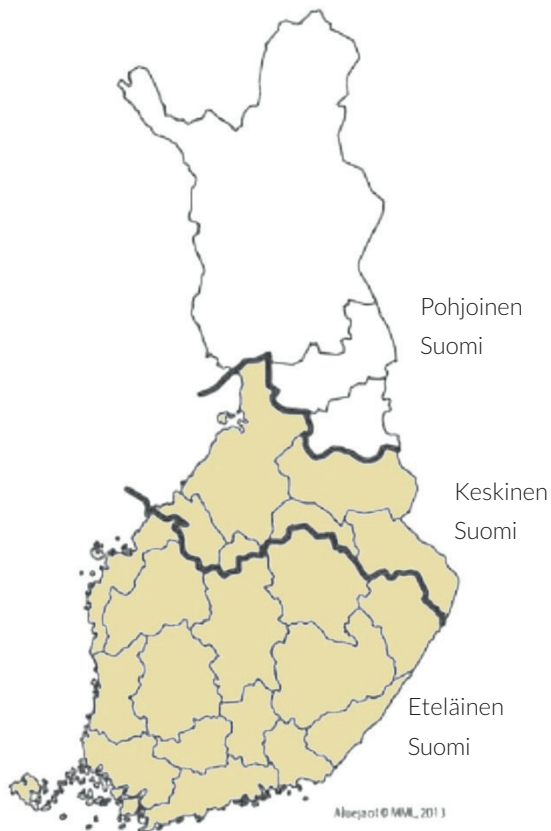
- 1) kivennäismaalla ennen hakkuuta mäntyä tai kuusta taikka molempia yhteensä yli 50 prosenttia metsikön puuston tilavuudesta; tai jos
- 2) turvemaalla ennen hakkuuta kuusta yli 50 prosenttia metsikön puuston tilavuudesta.

Juurikäävän torjunnan hyväksyttävät torjuntamenetelmät ovat kantokäsittely hyväksytyllä kasvinsuojeluaineella, puulajin vaihto lehtipuuksi uudistushakkuun jälkeen tai muu vaikutukseltaan vastaava toimenpide. Kantojen nosto ja kulotus eivät ole hyväksyttäviä torjuntamenetelmiä.

Kantokäsittely on tehtävä siten, että kaikki läpimitaltaan yli 10 senttimetriä olevat havupuiden kannot käsitellään. Kasvinsuojeluaineen tulee peittää vähintään 85 prosenttia kunkin käsiteltävän kannon pinnasta.

Hakkuun yhteydessä ei tarvitse huolehtia torjunnasta riskialueella, jos:

- 1) terminen kasvukausi ei ole alkanut;
- 2) hakkuuvuorokauden alin lämpötila hakkuukohteella on alle 0 celsiusastetta;
- 3) maassa on yhtenäinen lumipeite; tai
- 4) hakkuun kohteena olevan metsän sijaintikunnan alin lämpötila on hakkuuta edeltävällä kolmen viikon jaksolla ollut alle -10 celsiusastetta.



Kuva 7. Metsälainsäädännön mukainen aluejako: eteläinen, keskinen ja pohjoinen Suomi. Kuva: Maa- ja metsätalousministeriö.

Laissa ja asetuksessa määritetään alueellisesti ja ajallisesti tärkeimmät juurikäävän torjuntakohteet. Lakia noudattamalla voidaan rajoittaa merkittävästi juurikääpsientien leviämistä ja vähentää niiden aiheuttamia tuhoja. Lain edellyttämä torjunta ei kuitenkaan ole täysin kattava. Metsänomistaja voi oman harkintansa mukaan vaatia torjuntaa myös silloin, kun laki ei velvoita tekemään kantokäsittelyä, mutta metsänhoidon suositusten (Tapio 2019) mukaan se on aiheellinen.

Metsänhoidon suositusten mukainen juurikäävän leviämisen riskialue on laajempi kuin metsätuholain määrittämä riskialue. Kuusella juurikäävän torjuntaa suositellaan kuusen koko esiintymisalueella ja männyllä Lapin maakunnan eteläpuolella (kuva 8).



Kuva 8. Suositusten mukaiset juurikäävän torjunta-alueet. Lähde: Hyvän metsänhoidon suositukset, Tapio 2019.

Uusimpien selvitysten mukaan myös turvemaiden männiköt kärsivät männynjuurikäävän aiheuttamasta tyvitervastaudista. Kantokäsittely on tarpeellinen, jotta mahdollisimman suuri osa turvemaiden männiköistä saataisiin suojattua juurikäpätartunnoilta. Se on vielä mahdollista, sillä tautia on turvemilla selvästi vähemmän kuin kivennäismailla.

On myös syytä huomioida, että kantokäsittely saattaa keväällä olla tarpeellinen jo ennen laissa säädettyä torjunnan aloittamisajankohtaa, toukokuun ensimmäistä päivää. Kantokäsittely on perusteltua aloittaa keväällä, kun vuorokauden keskilämpötila on noussut pysyvästi yli +5 asteen eli kun terminen kasvukausi on alkanut. Syksyllä käsittelyä on syytä jatkaa pakkasten tuloon asti.

Juurikäävän torjunta tehdään levittämällä torjunta-aine puun kaadon yhteydessä kannon pinnalle. Levitys tehdään hakkuukoneeseen liitetyllä lisälaitteella. Käsitteilyn voi tehdä myös ruiskulla tai sivelemällä, mieluiten välittömästi kaadon jälkeen tai viimeistään kolmen tunnin kuluessa siitä.

Kantokäsittelyn täysi torjuntateho saavutetaan vain, kun valmisteen mukana tulevia käyttöohjeita noudatetaan ja kannon koko pinta peittyy torjunta-aineella. Teho alenee suunnilleen samassa suhteessa kuin käsittelyn peittävyys kannon pinnalla.

Kantokäsittelyllä saatava hyöty jää tyvilahon vaivaamissa kuusikoissa ja männiköissä selvästi pienemmäksi kuin terveissä metsiköissä. Kantokäsittelyllä on kuitenkin positiivinen vaikutus pitkällä aikavälillä myös juurikäävän saastuttamilla kasvupaikoilla, joissa puulajin vaihto ei ole mahdollinen. Kun sinnikkäästi estetään uusien tartuntojen syntyminen, metsikkö alkaa vähitellen tervehtyä vanhojen pesäkkeiden ikääntyessä ja juurikäpärihmaston kuollessa. Talvihakkuu on hyvä vaihtoehto myös juurikäävän tartuttamissa metsiköissä. Jos kuitenkin pitää valita, onko kesähakkuun kohteena terve vai juurikäävän tartuttama metsikkö, on jälkimmäinen vaihtoehto parempi.

Metsänomistaja ja puun ostaja sopivat kantokäsittelyn kustannusten korvaamisesta puukaupan muiden asioiden sopimisen yhteydessä.

Kantokäsittelyaineet edellyttävät kasvinsuojelututkintoa

Ammattikäyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita ostettaessa ostajan pitää esittää kasvinsuojelututkinnon todistus. Kantokäsittelyssä käytettävien aineiden ostoon ja käyttöön riittää suppea tutkinto.

3.1.1 Torjuntakauden pituus

Kantokäsittely on tarpeellinen aina, kun juurikäävän itiöemät tuottavat itiöitä. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että keväällä torjunta kannattaa aloittaa termisen kasvukauden käynnistyttyä eli vuorokauden keskilämpötilan noustua pysyvästi yli +5 asteen. Etelä-Suomessa terminen kasvukausi alkaa yleensä jo huhtikuun puolella. Tarkasteltaessa juurikäävän torjuntaa biologisesta näkökulmasta torjuntaa kannattaisi jatkaa syksyllä pienistä yöpakkasista huolimatta, sillä juurikäpää tuottaa itiöitä aina siihen asti, kunnes itiöemät jäätyvät. Ensimmäisten pakkasöiden jälkeen itiötuotanto vähenee, mutta vaikka päivälämpötilakin pysyisi nollan alapuolella, kestää muutaman viikon ennen kuin itiötuotanto loppuu.

Teknisesti kantokäsittelyn rajoitukset tulevat eteen jo ensimmäisinä pakkasöinä, kun torjunta-aine jäätyy levityslaitteen putkistoon. Urealiuos kestää muutaman pakkasasteen (-7 astetta) jäätymättä, mutta käytännössä kantokäsittely lopetetaan ensimmäisten yöpakkasten tultua. Laitteen toimivuutta ja näin ollen myöskään kantokäsittelyn laatua ei saada varmistettua pakkasöiden jälkeen. Myös itiömäärät pienenevät selvästi lämpötilan laskiessa nollan alapuolelle, vaikka tartuntariski on vielä olemassa. Mikäli metsikkö on terve ja halutaan minimoida juurikäpäpartunnat, on varmintä siirtää hakkuu kylmempään ajankohtaan. Jos hakkuuta edeltävän kolmen viikon jaksolla lämpötila on ollut alle -10 celsiusastetta, ei tartuntariskiä enää ole.

Kun itiötuotanto on talven tultua lakannut itiöemien jäädyttyä, ei lyhyt lämpöjakso nosta tartuntariskiä. Koska itiötuotanto käynnistyy hitaasti, täytyisi talviolosuhteiden olla hyvin poikkeukselliset (usean viikon jakso, jolloin vuorokauden keskilämpötila olisi vähintään +5 astetta), jotta torjunnalle olisi tarvetta. Tieto juurikäävän itiötuotannosta on kuitenkin vielä osittain puutteellista ja ohjeistusta tarkennetaan sitä mukaa, kun uutta tietoa saadaan. Syksyllä hakkuuta kannattaa välttää silloin, kun kantokäsittely on lopetettu lämpötilan kääntyttyä nollan alapuolella, mutta juurikäävän itiötuotanto vielä jatkuu.

3.1.2 Kantokäsittelyn vaikutusmekanismit

Harmaaorvakkavalmiste sisältää eläviä harmaaorvakkasien itiöitä. Harmaaorvaka on luonnossa hyvin yleinen kuollutta havupuuta lahottava sieni, joka tarttuu itiöiden välityksellä tuoreisiin havupuun kantoihin samalla tavalla kuin juurikäpä-

sienet. Käsitellyssä kannossa harmaaorvakka valtaa nopeasti kannon pintaosan ja vie juurikäävältä kasvutilan. Se myös kasvaa syvemmälle kantaan ja rajoittaa juurikäävän leviämistä kannon sisäosissa ja juuristossa. Se ei kuitenkaan syrjäytä juurikäöpää tämän jo valtaamasta puusta. Kasvaviin puihin harmaaorvakka ei tartu.

Harmaaorvakka valtaa yleensä vain osan käsittelystä kuusen kannosta. Se kasvaa parhaiten kostean mantopuun ja kuivemman sydänpuun rajalla, jossa puu ei ole liian märkää ja jossa on vähemmän sienten kasvua ehkäiseviä aineita kuin mantopuussa. Juurikäävän kasvuvaatimukset ovat samanlaiset, joten käsittely tehoaa hyvin.

Männyn kannoissa harmaaorvakka torjuu tehokkaasti juurikäpäpartunnan. Kuusen kannoissa oleellinen tehokkuuteen vaikuttava tekijä on riittävä orvakan itiömäärä kannon pinnalla. Sen tulisi olla vähintään 200 ja mieluiten 500–1000 itiötä neliösenttimetrillä. Se saavutetaan, jos käsittelyaineessa on 2–10 miljoonaa harmaaorvakan itiötä litrassa.

Urean teho perustuu siihen, että käsittely muuttaa kannon pinnan emäksiseksi, jolloin juurikäävän itiöt eivät idä. Estovaikutus säilyy useita viikkoja, mutta rajoittuu ainoastaan kannon pintakerrokseen.

Kantokäsittelyn pitkäaikaisvaikutukset ovat vielä puutteellisesti tunnettuja, mutta useimmat asiaa koskevat tutkimukset osoittavat kantokäsittelyn suurta merkitystä juurikäävän torjunnassa. Kantokäsittely lisää terveen tukkipuun saantoa, ja lisäksi sen on todettu myös parantavan metsikön kestävyyttä tuulituhoja vastaan.

3.1.3 Torjunta-aineiden ympäristövaikutukset

Harmaaorvakkavalmisteen sisältämä sieni on metsissä yleisesti esiintyvä myrkytön sieni. Valmisteen muut ainesosat, esimerkiksi väriaine, ovat elintarvikelaatua olevia suoja-aineita. Terveydellisiä haittoja käyttäjille ei ole havaittu. Harmaaorvakan käyttö kantokäsittelyssä mukailee luonnon omaa juurikäävän torjuntamenetelmää, eikä käsittelyllä ole kantojen ulkopuolelle ulottuvia vaikutuksia.

Kannoissa käsittely vähentää muiden sienten määrää, mutta kantojen sienilajisto säilyy samana kuin käsittelemättömissä kannoissa. Muut vaarattomat lahotta-

ja-sienet syrjäyttävät harmaaorvakan kuusen ja männyn kannoista alle 10 vuodessa.

Urea on lievästi myrkyllinen kemikaali, mutta se on myös aineenvaihdunnan tuote (virtsa-aine) ja yleisesti käytetty esimerkiksi lannoitteena. Ureavalmisteet sisältävät korroosionestoainetta sekä väriainetta. Kantojen ympärille roiskuva väkevä urealiuos tappaa valtaosan käsittelyn saaneista kasveista, mutta kasvillisuus palautuu ennalleen muutamassa vuodessa. Kannoissa ureakäsittely muuttaa sienilajistoa enemmän kuin harmaaorvakkavalmiste; tietyt homeet lisääntyvät ja lahottaj sienet vähenevät. Ureavalmisteiden käytössä on jätettävä vähintään 10 metrin käsittelemätön suojavyöhyke vesistöihin ja pienvesiin.

Urea sisältää typpeä. Kantokäsittelyssä sitä levitetään metsään hakkuutavasta riippuen muutamasta kilosta neljäänkymmeneen kiloon hehtaarille. Jos levityslaitteisto toimii oikein, valtaosa ureasta saadaan kohdistetuksi kantoihin. Kohonnut typpitaso ja maaperän pH kantojen ympärillä palautuvat ennalleen noin vuoden kuluessa. Metsikön kehityksen kannalta ureakäsittelyn lannoitusvaikutus on vähäinen, sillä metsänlannoituksessa käytettävät typpimäärät ovat moninkertaisia (150 kg/ha) kantokäsittelyyn verrattuna.

Kantokäsittely on kielletty metsälain tarkoittamissa erityisen tärkeissä elinympäristöissä. Sekä harmaaorvaka- että ureavalmisteita voidaan käyttää pohjavesialueilla.

3.1.4 Kantokäsittelyn laatu ja omaoverta

Hyvä laatu kantokäsittelyssä tarkoittaa sitä, että torjunta-ainetta on kannon pinnalla vähintään yhden millimetrin kerros ja aine peittää kannon koko leikkauspinnan. Täyden torjuntatehon saavuttaminen erityisesti kuusen kannoissa edellyttää, että käsittelyaine peittää koko kaatopinnan. Tämän tulee aina olla tavoitteena, vaikka käytännössä kelvolliseksi tulokseksi hyväksytään vähintään 85 prosentin peitto.

Kantokäsittelyn laatu on suuresti riippuvainen koneenkuljettajan huolellisuudesta. Tämä koskee sekä torjunta-aineen käsittelyä että levitystyötä. Kuljettajan tulee seurata työn jälkeä sekä jatkuvasti silmämääräisesti että tietyin väliajoin tehtävin

otantamittauksin. Kantokäsittelyn kontrollilevy on edullinen ja toimiva mittausväline. Torjunta-aineen peittävyysmittaukseen on tulevaisuudessa todennäköisesti tulossa myös uusia menetelmiä, esimerkiksi peittävyysvalokuvaus. Peittävyysluotettava seuranta edellyttää, että liuokseen lisätään riittävästi väriainetta.

Metsätuholaki velvoittaa ammattimaisen toiminnanharjoittajan valvomaan omaa työtään ja nimeämään omavalvonnan vastuuhenkilön, joka huolehtii omavalvonnan toteuttamisesta. Metsänomistajan kannattaa ottaa omavalvonta puheeksi puukaupan yhteydessä ja pyytää kantokäsittelyn omavalvonnasta raportti tiedoksi ja vakuudeksi hyvin tehdystä työstä. Omavalvontaraportin luovuttaminen metsänomistajalle kannattaa kirjata puukauppasopimukseen.

Harmaaorvakkavalmiste sisältää eläviä sieni-itiöitä, mikä pitää huomioida tuotteen käsittelyssä ja säilytyksessä. Itiöiden elävyyden varmistamiseksi pakkaus on varastoitava jääkaapissa (alle +5 astetta) tai pakastimessa. Valmiste on nestemäisessä muodossa. Siitä tehdään puhtaaseen vesijohtoveteen sekoittamalla käyttöliuos, johon lisätään riittävä määrä väritabletteja. Liuos tulee käyttää 36 tunnin kuluessa valmistuksesta. Vanhempi liuos on käyttökelvotonta, koska siinä harmaaorvakan itiöt alkavat itää, jolloin ne eivät enää mahdu kannon pintasolukkaan suojaan kuivumiselta. Torjunta-ainetankki on huuhdeltava puhtaalla vedellä viikoittain ja letkut päivittäin. Näin estetään laitteistoa tukkivat epäpuhtaudet ja bakteerikasvusto, joka vähentää harmaaorvakan tehoa.

Urea toimitetaan valmiina käyttöliuoksena. Liuos säilyy 10 kuukautta käyttökelvoina suljetussa säiliössä.

3.2 Korjuuvaurioiden välttäminen

Sulan maan hakkuissa, etenkin kasvukauden alussa, jolloin puun kuori rikkoutuu ja irtoaa helposti, puustovaurioiden välttäminen on vaikeaa. Kuusi on erityisen altis mekaanisille vaurioille pinnallisen juuriston ja ohuen kuoren takia. Vaurio johtaa lähes aina värivikaan ja usein myös lahon kehittymiseen, mistä seuraa laatu- ja kasvutappioita. Juurikäpälaho voi levitä korjuuvaurioista, etenkin jos vaurio on syvä ja sijaitsee rungon tyvellä tai juurenniskassa. Tosin juurikäpä on paljon harvinaisempi vauriolahottaja kuin verinahakka (*Stereum sanguinolentum*). Korjuuvaurioita on pyritty vähentämään kehittämällä korjuukoneita ja panostamalla kuljettajien koulutukseen, mutta lauhtuvat talvet ja huonontuneet korjuuolosuhteet ovat

tehneet korjuutyöstä entistä haastavampaa. Toisin kuin kaatopintoja, jäävän puuston vaurioituneita kohtia ei käytännössä voida suojata itiötartunnalta. Ainoa keino estää vaurioista leviävää lahoa on välttää puiden vaurioittamista.

Korjuuvaurioiden välttämiseksi tarvitaan huolellisuutta sekä korjuun suunnittelussa että toteutuksessa. Korjuu on tärkeää ajoittaa olosuhteiden mukaan määrittämällä leimikon korjuukelpoisuus. Ajouraverkon hyvällä suunnittelulla voidaan välttää maastokuormitusta kuvion huonosti kantavilla kohdilla. Riittävän leveät ajourat ilman turhia mutkia säästävät reunapuita pahoilta juurenniskavaurioilta. Vaurioriskiä voidaan pienentää merkittävästi ajourien havutuksella. Myös kuorimakoon sovittaminen olosuhteisiin sekä telojen käyttö pienentävät vaurioriskiä. Alikasvoksen ennakkoraivauksella voidaan niin ikään estää jäävän puuston vaurioitumista. Jos riski korjuuvaurioiden syntymiselle on kuitenkin poikkeuksellisen suuri, on työn keskeyttäminen paras ratkaisu.

4 Juurikäpäriski metsän jaksollisessa kasvatuksessa

Metsätalous on ennen kaikkea omaisuuden hallintaa ja hakkuista saatavat puunmyyntitulot ovat keskeinen osa toiminnan kannattavuutta. Metsän terveys ja kasvukunto vaikuttavat sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä tuloihin ja tulevaisuuden hakkuumahdollisuuksiin. Toisaalta hakkuilla on keskeinen vaikutus metsikön terveyteen ja kasvukuntoon. Metsänomistaja voi omalla toiminnallaan vaikuttaa lahontorjuntaan ja vähentää juurikäävän leviämiskäyttäjänsä omassa metsässään. Avainasemassa ovat metsänhoitotöiden ja hakkuiden ajoitus ja toteuttaminen. Turvallisin ajankohta hakkuille on talvella maan ollessa jäässä. Metsänomistajan kannattaa määrittää hakkuuajankohta jo puunostotarjouksia pyytäessään.

4.1 Taimikon harvennus

Mitä pienempi kanto sitä pienempi on todennäköisyys, että kaksi juurikäävän itiötä laskeutuu vierekkäin kannon kaatopinnalle ja pariuduttuaan muodostavat kantoa lahottavaa sienirihmastoja. Kuusi- ja mäntytaimikoiden harvennuksessa, jossa kaadettavien puiden tyviläpimittana jää alle 5 senttimetrin, kantojen tartuntariski on yleensä pieni. Riski kuitenkin suurenee ilmassa leijuvan itiömäärän kasvaessa. Jos taimikko lisäksi on tiheä ja kantoja on runsaasti, juurikääpälaho leviää herkästi kan-

noista kasvatettaviin taimiin. Aikaisin taimikkovaiheessa tapahtunut tartunta ehtii aiheuttaa paljon vahinkoa päätehakkuuseen mennessä, joten taimikkoa ei kannata tietoisesti altistaa juurikäpätartunnalle. Varminta on harventaa taimikko silloin, kun lämpötila on nollan alapuolella.

Kannot voi käsitellä torjunta-aineella (harmaaorvakka tai urea), mutta pienten kantojen käsittely esimerkiksi reppuruiskulla on työlästä. Kannot tulisi käsitellä viimeistään kolmen tunnin sisällä kaadosta – mieluiten heti kaadon jälkeen. Kanto-käsittelyn mahdollistavia raivaussahoja ei ole markkinoilla. Jos edellisessä puusukupolvessa on ollut juurikäpätuhoja, kannattaa lahojen kantojen ympärille jättää mahdollisuuksien mukaan juurikäävälle kestäviä lehtipuita.

4.2 Energiapuuharvennus

Kantokäsittely on tarpeellinen myös kesäaikaan tehtävissä energiapuuharvennuksissa havupuuvaltaisilla kohteilla. Koska torjunta-aineen peittävyys jää pienikokoisissa kannoissa usein puutteelliseksi ja torjuntatulos siten heikoksi, tulisi kesäharvennuskohteiksi ensisijaisesti valita lehtipuuvaltaisia energiapuuleimikoita. Juurikäpä ei leviä lehtipuiden kannoista. Tiheissä energiapuuleimikoissa on myös vaikea estää korjuuvaurioita, jotka lisäävät kesäharvennuksessa juurikäävän tartuntariskiä etenkin kuusella.

4.3 Kasvatushakkuut

Yleensä metsä harvennetaan kiertoajan kuluessa 2–3 kertaa. Harvennusten välinen aikaero on 15–20 vuotta. Juurikäävän tartuntariski pienenee vähentämällä harvennuskertoja. Suositus on, että tasaikäinen kuusikko, jossa on runsaasti juurikäpää, harvennetaan vain kerran ja päätehakkuuta aikaistetaan kiertoaikaa lyhentämällä. Terveessä metsässä tulisi harvennusten määrä rajoittaa kahteen.

4.3.1 Kasvatushakkuut terveessä metsässä

Terve kuusikko ja männikkö kannattaa kaikin mahdollisin tavoin suojata juurikäpätartunnalta, koska tartunnan jälkeen taudista voi toistaiseksi päästä eroon ainoastaan vaihtamalla puulajia päätehakkuun jälkeen.

Hakkuiden lukumäärällä ja laadulla on ratkaiseva vaikutus siihen, onnistutaanko metsikkö säästämään juurikäpä tartunnalta. Hakkuiden suunnittelu ja toteutus kannattaa tehdä huolellisesti pitäen mielessä, että mitä useammin metsikköön kajotaan, sitä todennäköisemmin juurikäpä onnistuu jossakin vaiheessa livahtamaan kasvavan puuston juuristoon.

Terveiden metsien hakkuut pitää laittaa etusijalle valittaessa talvikorjuukohteita. Hakkuu juurikäävän itiölevinnän aikana on riski metsän terveydelle kantojen torjuntakäsittelystä huolimatta. Kasvatushakkuutta ei kuitenkaan kannata viivästyttää vuodesta toiseen hyviä talvikorjuukelejä odotellen, sillä myöhästynyt harvennus aiheuttaa kasvu- ja laatutappioita. Kun hakkuu terveessä metsikössä tehdään kesällä, tulee varmistaa kantokäsittelyn hyvä laatu: käsittelemättömiä tai puutteellisesti käsiteltyjä kantoja ei hakkuissa saisi jäädä. Korjuuvaurioita ei voida suojata juurikäpä tartunnalta, joten vaurioiden välttäminen on ainoa keino vähentää tartuntariskiä.

Jäävän puuston vaurioitumista voidaan välttää muun muassa ennakko-raivauksella ja ajourien huolellisella suunnittelulla. Tehtäessä ennakko-raivausta terveellä kasvupaikalla kannattaa parhaan mukaan hyödyntää lumettomia tai vähälumisia pakkasjaksoja, sillä vaikka raivattavien puiden kannot ovat usein melko pieniä, ne eivät ole täysin turvassa juurikäävän itiötartunnoilta.

4.3.2 Kasvatushakkuut juurikäävän tartuttamassa kuusikossa

Kun havaitaan, että kuusikossa on tyvilahoa (lahojuurisia tuulenkaatoja, harsulataivaisia kuusia, runkojen pihkavuotoa, lahoja kantoja) on tartunnan tapahtumisesta kulunut jo useita vuosikymmeniä. Tässä vaiheessa juurikäpä on levinnyt puiden juuristoon eikä taudin etenemistä kyseisessä puusukupolvessa voida pysäyttää tai edes merkittävästi rajoittaa. Vähentämällä kasvatushakkuita ja ajoittamalla ne oikein voidaan kuitenkin hidastaa juurikäävän leviämistä ja siten pienentää tuhoja.

Lahovikaisessa kuusikossa kannattaa vähentää kasvatushakkuiden määrää minimiin. Kun juurikäävän lahottama puu kaadetaan, juurikäävän kasvu sen juuristossa nopeutuu aktiivisten puolustusmekanismien toiminnan lakattua. Tämän seurauksena juurikäpä valtaa nopeasti kannon juuret ja laho leviää juurten sydänpuusta mantopuuhun. Kannon lahojuurien ja terveiden pystypuiden välille muodostuu kosketuspintoja, joiden kautta juurikäpä pääsee lahottamaan uusia puita. Laho-

vikaisen metsän hakkuu siis nopeuttaa lahon leviämistä terveisiin puihin. Puusto kannattaa harventaa kasvatustiheyteen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tavoitteena tulee olla, että tehdään vain yksi kasvatushakkuu ennen päätehakkuuta. Kasvatushakkuiden vähentämistä ei kuitenkaan pidä tehdä puuston elinvoimaisuuden ja kasvun kustannuksella. Hyväkuntoinen puusto on kestävämpi niin juurikäpää kuin muitakin tuhonaiheuttajia vastaan kuin liian tiheänä kasvanut heikkokuntoinen puusto.

Kasvatushakkuussa on hyvä suosia juurikäävän kestäväää sekapuustoa eli lehtipuita tai mäntyä, mikäli sellaisia on valittavana. Sekapuuston on todettu vähentävän juuriston kautta tapahtuvaa juurikäpärihmaston leviämistä kuusikoissa. Sekapuun osuuden pitää tosin olla suuri, vielä päätehakkuussakin yli 30 prosenttia runkoluvusta, ennen kuin vaikutus näkyy kuusen lahon pienenemisenä. Sekapuuston lahoisuutta vähentävä vaikutus ulottuu myös seuraavaan puusukupolveen, sillä päätehakkuun jälkeen juurikäpää levittäviä kuusenkantoja on sekametsässä harvemmassa kuin puhtaassa kuusikossa.

4.3.3 Kasvatushakkuut juurikäävän tartuttamassa männikössä

Vaikka harvennushakkuun vaikutuksia juurikäävän leviämiseen männiköissä on tutkittu vasta vähän, tiedetään, että juurikäävän leviäminen männyn kannon juurissa on 2–3 kertaa nopeampaa kuin elävän pystypuun juurissa. Osa männystä kuolee nopeasti juurikäpärtartunnan seurauksena, mutta etenkin varttuneet männyt voivat säilyä elossa vuosikymmeniä ja näyttää ulkoisesti hyväkuntoisilta juuristossa piilevästä tartunnasta huolimatta. Näiden puiden kaataminen todennäköisesti edistää ja nopeuttaa juurikäävän leviämistä. Siksi myös tartunnan saaneiden männiköiden kasvatushakkuuta on syytä rajoittaa.

Männyt, jotka voidaan ulkoisen kunnon perusteella todeta juurikäävän tartuttamiksi, kannattaa korjata pois mahdollisimman nopeasti ennen kuin sinistäjäsienet ja hyönteiset pilaavat rungon. Erityisesti ytimennävertäjät lisäävät seurannaistuhonien riskiä jäävälle puustolle. Tyvitervasmänniköissä sekapuuna kasvava koivu on myös altis juurikäpärtartunnalle samoin kuin kuusi, joten sekapuustolla ei ole männiköissä samanlaista tervehdyttävää vaikutusta kuin kuusikoissa.

4.4 Päätehakkuu ja metsän uudistaminen

Juurikäpälaho etenee kuusen rungon sydänpuussa keskimäärin 20 senttimetriä vuodessa, mikä tarkoittaa, että tukkipuu muuttuu kuitupuuksi lähes samaa vauhtia. Tyvilaho voi vähentää tukkipuun saantoa päätehakkuuleimikossa jopa 40 prosenttia. Tämän lisäksi laho vähentää puiden kasvua. Viimeisin keino estää lahosta aiheutuvien tappioiden lisääntyminen pahasti lahovikaisessa kuusikossa tai männikössä on lyhentää kiertoaika.

4.4.1 Puulajin valinta

Tyvilahokuusikossa taudin leviäminen uuteen puusukupolveen voidaan estää uudistamalla kuvio avohakkuun jälkeen juurikäpää kestävällä puulajilla. Koska tyvilahokohteissa pääasiallinen tyvilahon aiheuttaja on kuusenjuurikäpää, sopivia puulajeja ovat koivu tai muu **lehtipuu** ja **mänty**. Jos lahokuusikossa on myös tyvitervastaudista kärsiviä mäntyjä tai kuusikkoa edeltävä puusukupolvi on ollut tyvitervasmännikkö, voi kuusen pääasiallinen lahottaja olla männynjuurikäpää. Tällöin seuraavaksi puulajiksi kannattaa valita ainoastaan lehtipuita, jos kasvupaikka ja hirvieläinkanta sen sallivat.

Yhden taudille kestävän puusukupolven aikana kuusen kannot maatuvat ja kasvupaikka puhdistuu juurikäävästä. Se edellyttää kuitenkin, että koivikon alle luontaisesti syntyneet kuuset raivataan pois, koska ne ylläpitävät juurikäpätartuntaa kasvupaikalla.

Männiköissä juurikäävästä pääsee eroon vaihtamalla puulajiksi lehtipuu. **Haapa** on puulajeistamme kestävin männynjuurikäävälle, mutta myös **puhdas koivikko** estää männynjuurikäävän leviämisen ja uusien tartuntojen syntymisen. Mäntykankaiden puulajinvaihtoa harkittaessa on kuitenkin muistettava huomioida lehtipuuden kasvupaikkavaatimukset. Lehtipuut eivät menesty kuivilla ja karuilla kasvupaikoilla.

4.4.2 Sekapuusto

Koska juurikäpää leviää lahoista kannoista seuraavan puusukupolven taimiin pääasiassa juuriyhteyksien kautta, tartuntariski on suurin taimilla, jotka kasvavat la-

hojen kantojen juurten välittömässä läheisyydessä. Taimikkovaiheessa juurikäävän torjunnan kannalta sekapuuston määrää tärkeämpää onkin sekapuuston sijainti lahoihin kantoihin nähden. Uudistusaloilla, joilla tyvilahoa tai tyvitervastautia esiintyy vain vähän ja tautipesäkkeet ovat rajoittuneet pienelle alueelle, kannattaa tautipesäkkeissä kasvattaa lehtipuita. Kuvion terveissä osissa voidaan jatkaa kuusen tai männyn kasvatusta.

Runsaan ja tasaisesti jakautuneen sekapuuston avulla voidaan jonkin verran estää juurikäävän kasvullista rihmastolevintää silloin, kun juurikäpälahoa on esiintynyt laaja-alaisesti edellisen puusukupolven kuusikossa. Kuuset pyritään kasvattamaan sekametsässä niin harvassa, ettei niiden välille muodostu juuriyhteyksiä, jolloin juurikäpärihmaston leviäminen rihmaston kautta vaikeutuu. Lehtisekapuustolla voidaan myös vähentää itiötartuntaa, kun kasvatushakkuissa poistetaan pääasias- sa lehtipuita, joiden kannot eivät ole alttiita tartunnalle.

4.4.3 Kun puulajia ei voida vaihtaa

Aina puulajin vaihto tai sekametsän kasvatusta ei syystä tai toisesta ole mahdollista, vaan tyvilahokuusikko uudistetaan kuusella tai männyn kasvatusta jatketaan tyvitervastaudista huolimatta. Jos juurikäävän leviämistä seuraavaan puusukupolveen ei voida estää puulajivalinnalla, on päätehakkukantojen käsittely kesähakkuissa tarpeellinen sekä kivennäis- että turvemailla.

Uudistettaessa tyvilahokuusikko kuusella, täytyy varautua siihen, että lahoppuuston osuus tulee kasvamaan seuraavassa puusukupolvessa. Huonoimmat tulevaisuudennäkymät ovat silloin, kun tyvilahokuusikon uudistamisessa hyödynnetään luontaisesti syntynyttä kuusialikasvosta. Vaikka alikasvos näyttää ulkoisesti hyväkuntoiselta ja kasvatuskelpoiselta, se on todennäköisesti saanut tartunnan juurikäävän lahottamista ylispuista jo ennen niiden poistamista. Lahojen kuusten alle luontaisesti syntyneet kuusen taimet kannattaa siis raivata pois ja uudistaa koko alue **istuttamalla** sille terveitä ja hyvälaatuisia kuusentaimia.

Tutkimuksessa todettiin, että keskimäärin 42 prosenttia Etelä-Suomen kuusikoiden tyvilahopesäkkeissä kasvavista yli kaksimetrisistä alikasvoskuusista oli juurikäävän tartuttamia. Vastaavasti samankokoisten istutuskuusikoiden lahopesäkkeissä tartunnan saaneiden kuusten osuus oli 20 prosenttia. Vaikka kuusen istutustaimet ovat alikasvostaimia kestävämpiä juurikäpäpartartunnalle, eivät nekään

ole suojassa juurikäpä tartunnalta, joten lahovikaista puuta joudutaan korjaamaan jo ensimmäisessä kasvatushakkuussa myös istutuskuusikoissa.

Tyvitervasmännikössä mänty on usein ainoa kasvupaikalle soveltuva puulaji. Uudistettaessa tyvitervastaudin vaivaama metsikkö männylle tuho näkyy nopeasti yksittäisten taimien tai pienten taimiryhmien kuolemisena. Taudin edetessä metsiköstä tulee usein jo nuorena aukkoinen ja pahimmassa tapauksessa vajaatuottoinen. Tästä syystä **mäntytaimikko tulisi perustaa mahdollisimman tiheäksi**, mikä onnistuu parhaiten kylvään tai luontaisesti uudistamalla.

Tiheän puuston haittapuolena on juurikäävän kasvullisen leviämisen helpottuminen, mutta siitä huolimatta runsaan taimiaineksen turvaaminen on paras keino säilyttää männikkö tuottavana tyvitervastaudista huolimatta. Istutustainten ja luontaisesti syntyneiden männyntainten välillä ei ole todettu merkittäviä eroja juurikäpäkestävyydessä.

4.4.4 Kantojen korjuu ja kulotus

Tutkimukset ovat osoittaneet, että **kantojen nosto ei katkaise lahokierrettä**. Juurikäpä leviää seuraavaan puusukupolveen kantojen poistamisesta huolimatta, sillä noston yhteydessä lahot kannon juuret katkeavat ja uudistusalalle jää runsaasti juurikäpä tartuntaa levittävää lahoppuuta. Juurikäpä säilyy jopa yli kuusi vuotta tartuntakykyisenä hyvin pienissäkin, parin sentin paksuisissa juuren pätkissä. Ensimmäiset kuusen taimet kannonnostokohteella saavat tartunnan noin viiden vuoden kuluttua istutuksesta. Vaikka juurikäpä jää kasvupaikalle kantojen korjuusta huolimatta, kannonnosto kuitenkin vähentää jonkin verran seuraavan puusukupolven juurikäpä tartuntaa. Sekin on parempi kuin antaa juurikäävän levitä täysin vapaasti.

Kantojen korjuuseen liittyy kuitenkin myös riskitekijöitä, jotka voivat edesauttaa juurikäävän leviämistä. Metsänhoidon suosituksissa (Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, 2016) kehoitetaan jättämään korjuualalle

- 25–50 sellaista kantoa hehtaarille, joiden halkaisija on yli 15 senttimetriä
- kaikki halkaisijaltaan alle 20-senttimetriset kannot ja
- kaikki vanhat, lahot kannot.

Jos päätehakkuu ja kantojenosto tehdään kesällä, on nostamatta jätettävät kannot käsiteltävä torjunta-aineella, etteivät ne toimi väylänä juurikäävän leviämislle. Toinen riskitekijä on lahojen kantojen varastointi. Kantokasojen alaosissa on riittävästi kosteutta juurikäävän itiöemien kehittymislle, joten lahojen kantojen pitkäaikainen varastointi lisää itiötartuntariskiä lähialueen kesähakkuissa. Kantojen nostaminen ja niiden kuljettaminen ajoissa pois välivarastosta sen sijaan vähentää itiötuotantoa ja juurikäävän leviämisliskiä. Kaikki nostetut kannot pitää kuljettaa pois alueelta ennen kuin niihin ehtii kehittyä itiöemiä.

Metsätuholoissa (1087/2013) on määrätty, että kantokasat tulee poistaa hakkuupaikalta tai välivarastolta seuraavasti: Jos nosto on tehty ennen elokuun 1. päivää, kannot tulee poistaa kahden vuoden kuluessa nostosta. Jos nosto on tehty elokuussa tai sen jälkeen, kannot tulee viedä pois kahden vuoden ja kuuden kuukauden kuluessa.

Myöskään **kulotus ei hävitä juurikäpää kasvupaikalta**. Tuli polttaa kantojen kaatopinnan, mikä vähentää kantojen itiötartuntaa. Tuli tuhoaa myös juurikäävän itiöemiä, mikä vähentää itiöpainetta lähialueella. Kannon maassa olevista osista juurikäpärihmastoa ei kuitenkaan saada kulotuksella tuhottua. Koska maaperän pH-arvo nousee kulotuksen seurauksena, saattaa se jopa lisätä emäksisessä kasvuympäristössä viihtyvän juurikäävän leviämistä.

5 Juurikäpärisä metsän jatkuvassa kasvatuksessa

Metsän jatkuva kasvatusta perustuu pääosin luontaisesti syntyneiden taimien hyödyntämiseen. Tavoitteena on siis kasvattaa peräkkäin useita eri-ikäisiä puusukupolia samalla kasvupaikalla. Koska eri-ikäisrakenteisen metsän uudistamisessa hyödynnetään kasvupaikan omaa puulajistoa, on havupuuvaltaisilla kohteilla tärkeää varmistaa, että kasvupaikka ja puusto ovat terveitä ennen kun ryhdytään kasvattamaan metsää eri-ikäisrakenteisena. Jatkuvan kasvatuksen hakkuumenetelmät ovat poimintahakkuu, pienaukkohakkuu ja jatkuvan kasvatuksen siemenpuuhakkuu.

5.1 Jatkuvan kasvatuksen kuusikko

Etelä-Suomessa suuri osa kuusen kasvupaikoista on jo juurikäävän tartuttamia. Siksi näissä metsiköissä ei ole perusteita eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatukselle. Juurikäpä leviää lahovikaisista ylispuista alikasvoksena syntyneisiin alemman latvuserroksen kuusiin, ja tauti kroonistuu. Alikasvoksena syntyneet kuusen taimet ovat istutustaimia alttiimpia saamaan sekä juurikäävän itiö- että rihmastotartunnan. Syynä tähän on alikasvoskuusten pinnallinen juuristo sekä puolustuskyvyn heikentyminen kilpailun seurauksena. Lisäksi alikasvostaimien ryhmittäisyys vanhojen kantojen ympärillä edistää juurikäävän leviämistä niihin rihmastotartuntana.

5.2 Jatkuvan kasvatuksen männikkö

Juurikäpäriski on syytä ottaa vakavasti myös tehtäessä päätöstä männikön kasvattamisesta eri-ikäisrakenteisena. Juurikäpä siirtyy jatkuvapeitteisessä männikössä helposti puusta ja puusukupolvesta toiseen, jolloin tuhosta tulee krooninen samoin kuin kuusikossa. Männiköihin syntyy juurikäävän leviämisen seurauksena tyvitervastautipesäkkeitä, joiden uudistuminen vaikeutuu, koska juurikäpä tappaa männyn taimet. Aukoissa kuolevat myös koivut, jos ne saavat rihmastotartunnan suoraan juurikäävän lahottamasta männystä. Juurikäävän ilmaantuminen karuille kasvupaikalle, jolla muut puulajit eivät menesty, on aina vakava ongelma riippumatta siitä, kasvatetaanko metsää eri-ikäisrakenteisena tai tasaikäisrakenteisena.

5.3 Hakkuut jatkuvassa kasvatuksessa

Juurikäävän etenemistä ei voida rajoittaa jatkuvapeitteisessä kuusi- tai mäntymetsikössä. Ennakkotorjunta on ainoa vaihtoehto. Siksi erityisesti terveessä metsikössä, terveellä kasvupaikalla on tärkeää, ettei juurikäpä pääse pilaamaan eri-ikäisrakenteisen metsikön kasvatusta.

Juurikäävän torjunta vaatii erityistä huolellisuutta hakkuiden ajoittamisen suhteen. Koska hakkuukierto on lyhyt (10–20 vuotta), yhden puusukupolven aikana juurikäävälle tarjoutuu lukuisia mahdollisuuksia iskeytyä metsikköön joko kantojen tai korjuuvaurioiden kautta. Siksi tuhoriski on suurempi metsiköissä, joita hakataan **poimintahakkuin**, kuin metsiköissä, missä päätehakkuuta edeltää kaksi harvennushakkuuta. Poimintahakkuissa korjataan kookkaita puita, mikä lisää jäävän

puuston vaurioitumisen riskiä. Kantokäsittelystä huolimatta kesähakkuita tulisi välttää eri-ikäisrakenteisissa metsiköissä erityisesti, jos metsikkö sijaitsee alueella, missä on runsaasti tyvilahoa tai tyvitervastautia ja itiöpaine siitä johtuen on suuri. Varmen keino suojata metsä juurikäpätartunnalta on tehdä hakkuut talvella, kun lämpötila on pakkasen puolella, maa on jäässä ja lumipeite suojaa puiden juuristoa vaurioilta. Leutoina talvina korjuuolosuhteet voivat kuitenkin olla erittäin huonot. Silloin korjuun ajoittaminen kuivaan alkusyksyyn voi olla parempi vaihtoehto vaurioiden välttämiseksi. Jos hakkuu tehdään juurikäävän itiöinnin aikana, on asianmukaisesti tehty kantokäsittely ehdoton.

Kuusikoissa **pienaukkohakkuut** ovat juurikäävän torjunnan kannalta poimintahakkuuta parempi vaihtoehto, sillä aukoissa menestyvät myös valo vaativat, nimenomaan kuusenjuurikäävälle kestävämmät lehtipuut. Pienaukot eivät kuitenkaan auta merkittävästi juurikäävän torjunnassa, jos metsikössä on jo juurikäpätartunta, sillä kuusivaltaisilla kasvupaikolla pienaukot kuusettuvat ajan myötä ja juurikäpä pääsee leviämään niihin lahoista reunapuista. Jatkuvan kasvatuksen siemenpuuhakkuu on mäntyvaltaisen puuston hakkuutapa. Koska isoja puita harvennetaan useampaan kertaan, juurikäävän tartuntariski kasvaa.

6 Tulevaisuuden näkymät

Juurikäävän torjunta on aktiivisen tutkimuksen kohteena sekä Suomessa että muualla. Sienen ja puun välistä vuorovaikutusta ymmärretään yhä paremmin, mikä saattaa tarjota mahdollisuuden kehittää aivan uudenlaisia torjuntakeinoja.

Myös havupuiden juurikäpäkestävyyttä on alettu selvittää. Kuusella muissa pohjoismaissa tähän mennessä saavutetut tulokset ovat melko lupaavia. Juurikäpää kestäviä havupuiden taimia ei tule kuitenkaan markkinoille vielä vuosikymmeniin. Siksi tutkimusta on kohdistettu myös juurikäävän luontaisiin vihollisiin, viruksiin ja sitä vastaan toimiviin (antagonistisiin) sieniin, joista toivotaan löytyvän uudenlaisia torjuntakeinoja. Myös jo markkinoilla olevan harmaaorvakkavalmisteen hyödyntämistä juurikäävän juuriyhteyksiä pitkin tapahtuvan rihmastolevinnän rajoittamiseksi tutkitaan Suomessa ja Kanadassa. Näiden keinojen tehokkuuden varmistaminen ja käytännön metsätalouteen soveltaminen on kuitenkin parhaimmillaankin vielä useiden vuosien päässä.

Juurikäpä hyötyy ilmaston lämpenemisestä. Ilmastonmuutoksen seurauksena koko Suomen ja erityisesti Pohjois-Suomen ilmaston on ennustettu lämpenevän. Tämän seurauksena puunkasvun on ennakoitu jopa yli kaksinkertaistuvan pohjoisessa Suomessa tämän vuosisadan aikana. Siten myös nyt istutettavien puiden elin-aikana niiden kasvu ja tuotto sekä juurikäävän aktiivisuus lisääntyvät nykyisestä.

Optimilämpötila juurikäpäsiementen kasvulle vaihtelee 22 ja 28 asteen välillä. Viileämmässä rihmaston kasvu hidastuu ja lämpötilan laskiessa nollan tuntumaan kasvu pysähtyy kokonaan. Myös sienten itiötuotanto lakkaa. Sienirihmasto kuolee, kun lämpötila laskee alle 30 pakkasasteen, mutta Suomen olosuhteissa lämpötila tuskin koskaan laskee maassa näin alas. Viileä ilmasto on todennäköisesti rajoittanut juurikäävän leviämistä Pohjois-Suomeen – lähinnä sitä kautta, että pitkän ja kylmän talven ansiosta hakkuut ovat rajoittuneet pakkasjaksoille.

Keskilämpötilan noustessa juurikäpärihmaston kasvu nopeutuu. Se myös aloittaa kasvun entistä aikaisemmin keväällä ja jatkaa leviämistään yhä myöhemmäksi syksyyn. Jo parin asteen lämpötilan nousu nopeuttaa juurikäävän leviämistä kuusen rungossa neljänneksellä. Kymmenen vuoden jaksolla se merkitsee noin puolen metrin ylimääräistä lahopätkää sairastuneissa puissa. Tosin myös puiden kasvu lisääntyy, mikä osaksi kompensoi juurikäävän aiheuttamaa menetystä. Myös tartin saaneiden runkojen määrä lisääntyy, sillä olosuhteet uusille juurikäpä-tartunnoille paranevat. Leutojen talvien vuoksi yhä suurempi osa hakkuista joudutaan tekemään sulan maan aikana, jolloin juurikäävän ilmassa leijailevat itiöt levittävät tautia (kuva 9). Lämpötilan noustessa juurikäpä hivuttautuu myös yhä pohjoisemmaksi, alueille, missä juurikäpä ei vielä toistaiseksi menesty.

Puun tarpeen lisääntyessä suometsien osuus puunkorjuualasta kasvaa. Lisääntyvät suometsien hakkuut altistavat myös terveitä kuusikoita ja männiköitä juurikäpä-tartunnalle.

Tehokas juurikäävän ennakutorjunta on jatkossa ehdottoman tärkeää. Juurikäävän leviäminen muodostaa muutoin suuren uhan metsien terveydelle, kasvulle ja puuntuotannolle sekä metsäteollisuuden raakapuun saannille.

Kirjallisuus

Koistinen, A., Luiro, J-P. & Vanhatalo, K. (toim.). Metsänhoidon suositukset energia-puun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja 2016.

Laki metsätuhojen torjunnasta annetun lain muuttamisesta 228/2016.

Valtioneuvoston asetus juurikäävän torjunnasta 264/2016.

Äijälä, O., Koistinen A., Sved J., Vanhatalo K., & Väisänen P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Päivitetty 2019. (pdf) www.metsanhoitosuositukset.fi

LIITE 1. Juurikäpätuhojen tunnistaminen

Kuusen tyvilaho

Tyvilahon tunnistaminen pystymetsässä

Juurikäävän aiheuttama tyvilaho paljastuu kuusikossa tavallisesti vasta hakkuun yhteydessä. Koska juurikäpä lahottaa ensisijaisesti kuusen kuollutta sydänpuuta, kuusi säilyy vuosia - jopa vuosikymmeniä - ulkoisesti hyväkuntoisena lahosta huolimatta. Vasta kun laho on edennyt sydänpuusta elävään mantopuuhun, puun ulkoisessa kunnossa on havaittavissa oireita tyvilahosta: puun pituuskasvu tyrehtyy, puun latvus harsuuntuu ja/tai rungossa esiintyy pihkavuotoa. Nämäkään oireet eivät ole välttämättä seurausta tyvilahosta, vaan voivat johtua useista eri syistä.

Varmemmin juurikäpätartunnan tunnistaa pystymetsässä metsikön sisältä löytyvistä lahojuurisista tuulenkaadoista. Tuulenkaatojen juurakoihin kehittyy usein myös juurikäävän itiöemiä.



Kuvat 1 ja 2. Tuulen kaatama lahojuurinen kuusi. Kuvat: Tuula Piri.

Vanhat kannot apuna tunnistamisessa

Myös vanhat päätehakkuu- ja harvennuskannot paljastavat kasvupaikan juurikäpätartunnan. Kannoissa esiintyvän tyypillisen juurikäpälahon lisäksi niistä löytyy usein myös juurikäävän itiöemiä. Juurikäpä säilyy useita vuosikymmeniä tartuntakykyisenä kookkaissa kuusen kannoissa, joista se leviää seuraavaan puusukupolveen.



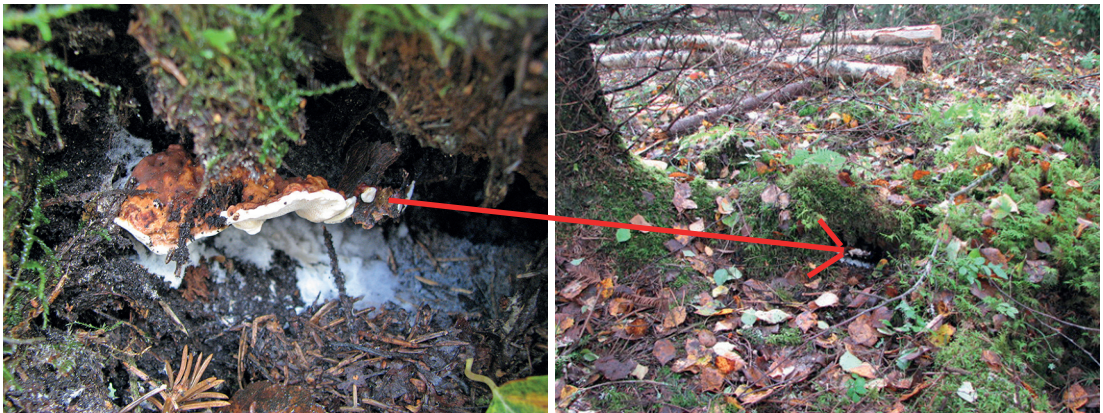
Kuvat 3 ja 4. Juurikäpä säilyy jopa yli 40 vuotta elossa ja tartuntakykyisenä vanhoissa kuusen päätehakkuukannoissa. Kuvat: Tuula Piri.



Kuva 5. Vanhoissa kannoissa pitkälle edenneen juurikäpälahon tunnistaa lahossa esiintyvistä valkoisista ja mustista laikuista. Kuva: Tuula Piri.

Käävät – varma todiste taudin olemassaolosta

Juurikäävän itiöemät eli käävät ovat yläpuolelta kanelinruskeita, ja alapuolen pillistö on hohtavan valkoinen. Paitsi vanhoista kannoista ja tuulenskaatojen juurakoista itiöemiä voi löytää myös hakkuualueelle jätettyjen lahojen tyveysten (tyvestä katkaistut lahot rungon osat) alapinnalta. Itiöemät tarvitsevat kehittyäkseen kosteutta, ja siksi ne ovat yleensä suojassa kasvillisuuden tai karikekerroksen peitossa.



Kuvat 6 ja 7. Juurikäävän itiöemät ovat tavallisesti katseelta suojassa sammal- ja karikekerroksen alla. Kuvat: Tuula Piri.



Kuva 8. Maata vasten jätetyn lahon tyveyksen alapuolelle kehittyy runsaasti juurikäävän itiöemiä. Tyveyksien kerääminen pois on tärkeää metsähygienian kannalta. Kuva: Kari Korhonen.

Juurikäpälahon tunnistaminen hakkuun jälkeen



Kuvat 9 ja 10. Vastakaadetusta kuusen kannosta juurikäävän aiheuttaman lahon tunnistaa ruskeasta, vähän oranssiin vivahtavasta lahosta, jonka ulkoreunalla on usein violetti rengas. Kuvat: Erkki Oksanen.



Kuva 11. Etelä-Suomessa kuusen tyvilahosta noin 80 prosenttia on juurikäpäsiementen aiheuttamaa. Kuva: Erkki Oksanen.

Juurikäpälahon erottaminen mesisienilahosta

Juurikäävän jälkeen toiseksi yleisimpiä kuusikoiden lahottajia ovat mesisienet: pohjanmesisieni (*Armillaria borealis*) ja nuijamesisieni (*A. cepistipes*). Mesisienilaho on tumman ruskeaa (juurikäpälaho vaalean ruskeaa). Mesisienilahossa raja terveeseen ja lahon puun välillä on jyrkkä. Toisin kuin juurikäpä mesisieni lahottaa kannon usein ontoksi, mutta laho ei nouse ylös runkoon vaan rajoittuu tyven alaosaan. Mesisieni saattaa esiintyä myös samassa puussa juurikäävän kanssa.



Kuvat 12 ja 13. Mesisienen aiheuttama laho kuusella. Kuvat: Kari Korhonen.

Mesisienet ovat lakillisia helttasieniä. Itiöemät kehittyvät syksyllä lahon kannon tai puun tyvelle. Itiöemät ovat kellertävän ruskeita, niiden jalassa on rengas ja ne kasvavat tiheinä ryhminä.



Kuva 14. Pohjanmesisienin itiöemiä. Kuva: Kari Korhonen.

Männyn tyvitervastauti

Tyvitervastautia aiheuttaa lahottajasieni, männynjuurikäpää (*Heterobasidion annosum*), joka tartuttaa mäntyjä juuriston kautta ja lahottaa puun juuria. Männyn veden ja ravinteiden saanti estyy ja puu kuolee (kuivuu) pystyyn. Taudille on tyypillistä, että männyn koko latvuksen neulaset kuolevat samanaikaisesti. Ensin latvus harsuuntuu, minkä jälkeen neulaset muuttuvat kellertäviksi ja lopulta punaruskeiksi. Jos osa latvuksesta säilyy vihreänä, kyseessä ei ole tyvitervastauti vaan esimerkiksi männyllä yleisesti esiintyvä tervasroso. Tyvitervastautia esiintyy kaikenikäisissä männiköissä. Nuori mänty voi kuolla tautiin nopeasti – yhden kasvukauden aikana.



Kuvat 15 ja 16. Männynjuurikäävän tartuttamia männyn taimia. Kuvat: Tuula Piri.

Tyvitervastautipesäke

Männynjuurikäpä leviää juuristoa pitkin tartunnan saaneesta puusta viereisiin puihin ja metsään muodostuu hitaasti laajenevia tautipesäkkeitä. Tautipesäkkeessä esiintyy eriasteisesti sairastuneita mäntyjä.



Kuva 17. Pesäkkeen vanhimmat tartunnan saaneet puut ovat kuolleet. Pesäkkeen reunoilla on mäntyjä, joiden neulaset ovat jo ruskettuneet, sekä vielä vihreitä, mutta selvästi harasuuntuneita puita. Puiden kunnosta voidaan päätellä, että tauti on vielä etenemisvaiheessa ja tuhot tulevat lähivuosina lisääntymään. Kuva: Tuula Piri.



Kuva 18. Vuosien kuluessa metsikköön syntyy aukkoja, joissa sekä havu- että lehtipuut kuolevat. Männynjuurikäpä lahottaa männyn ohella niin kuusta, katajaa, lehtikuusta kuin lehtipuitakin koivu mukaan lukien. Etualalla on kaatunut koivu, jonka juuriston männynjuurikäpä on lahottanut. Kuva: Tuula Piri.



Kuvat 19 ja 20. Tyvitervastautipesäke nuoressa taimikossa. Taudin seurauksena taimikosta tulee aukkoinen. Kuvat: Tuula Piri.

Kuva 21. Tyvitervastauti saattaa rajoittua – etenkin taudin alkuvaiheessa – yksittäiseen puuhun niin taimikossa kuin varttuneessakin metsikössä. Tällöin tauti voi jäädä helposti huomaamatta. Kuva: Tuula Piri.



Männynjuurikäävän itiöemät

Männynjuurikäävän itiöemät (käävät) ovat monivuotisia. Ne kasvavat karikepeitteen alla tai muuten suojaisessa, tasaisen kosteassa pienympäristössä. Itiöemien koko ja muoto vaihtelevat iän ja esiintymispaikan mukaan.



Kuva 22. Sairaiden, mutta vielä pystyssä olevien mäntyjen tyvelle muodostuvat käävät ovat yleensä epämääräisen muotoisia, väriltään hohtavan valkoisia ja kooltaan usein hyvin pieniä. Kuva: Tuula Piri.



Kuva 23. Suurempia alustanmyötäisiä itiöemiä kehittyi kaatuneiden, lahojuuristen mäntyjen juurakoihin. Alapuolelta käävät ovat valkoisia ja yläpuolelta kanelinruskeita. Kuva: Taru Koskinen.



Kuvat 24 ja 25. Kookkaitakin itiöemiä voi löytyä männynjuurikäävän tappaman taimen tyveltä.
Kuvat: Tuula Piri.

Tyvitervastaudin jäljet kannossa

Myös tuoreet kannot ovat hyvä apu taudin tunnistamisessa. Mänty estää pihkoittumisella juurikäävän etenemisen ylös runkoon, mikä näkyy kannon kaatopinnalla pihkalaikkuina. Jos tartunta on vasta juuristossa, voi kaatopinta näyttää aivan terveeltä, mutta juurten runsas pihkaneritys paljastaa tartunnan.



Kuvat 26 ja 27. Pihkoittuminen voi näkyä kaatopinnalla niin sanottuna tähtikuviona tai epämääräisinä pihkalaikkuina. Ne erottautuvat kaatopinnalla tummempina alueina, joissa vuosirenkaiden rajat näkyvät usein selvästi. Joskus kaatopinnalla voi olla myös vaaleanruskeita laholaikkuja. Laho voi olla kovaa tai pehmeää lahoasteesta riippuen. Pihkoittuminen ja laho eivät yleensä nouse 30–40 senttimetriä korkeammalle männyn rungossa. Kuvat: Kari Korhonen ja Tuula Piri.



Kuva 28. Kun kaatopinta on ehtinyt kuivahtaa, on tyvitervastaudin toteaminen selvästi hankalampaa. Kuva: Tuula Piri.



Kuvat 29 ja 30. Kuvapari, jossa ovat saman tyvitervastaudista kärsivän männyn latvus ja kannon kaatopinta. Puun latvusto on vielä vihreä, vaikka suurin osa juurista on juurikäävän lahottamia. Juurikäpätartunta vähentää puun tilavuuskasvua jo taudin alkuvaiheessa. Männyn vuotuinen tilavuuskasvu pienenee keskimäärin 13 prosentilla, jos puun juuristosta noin 10 prosenttia on juurikäävän lahottamaa. Kuvat: Timo Silver.



Tyvitervastauti turvemilla

Turvemaiden männiköitä on pidetty tyvitervastaudista vapaina kasvupaikkoina. Ensimmäiset tyvitervastautihavainnot turvekankaiden männiköissä Etelä-Suomessa on tehty 2016.



Kuva 31. Tuulen kaatama juurikäpätartunnan saanut mänty paksuturpeisella varputurvekankaalla Eurassa. Kuva: Timo Silver.

Myös turvekankailla kantokäsittely on tarpeellinen ja käsittely tulisi tehdä samoilla ehdoilla niin kivennäismaiden kuin turvemaiden kesähakkuissa.

LIITE 2. Hakkuun tilaaminen

Muistilista metsänomistajalle hakkuusopimusta varten

Hakkuussa saadaan talteen puusato. Hakkuiden huolellisella suunnittelulla voidaan ehkäistä tuhoja. Siksi kannattaa valita hakkuumenetelmä omien tavoitteiden ja lähtöpuuston perusteella. Myös hakkuun ajankohta kannattaa harkita tarkkaan. Ympäri vuoden korjattavissa olevissa leimikoissa puun hinta on jonkin verran korkeampi kuin niissä leimikoissa, joiden puu on korjattavissa vain roudan aikana. Ratkaisevaa on kuitenkin kaikkien tulojen ja menojen summa ja metsikön jatkokehitys: Sulan maan aikana tarvitaan kantokäsittely. Silloin myös runko- ja juuristovaurioiden riski on suurempi.

Kun suunnitellaan puukauppaa, kannattaa aluksi päättää mihin metsikköön tai mille alueelle hakkuu halutaan, minkälainen hakkuu on ja milloin se tehdään. Tilakohtainen metsäsuunnitelma tai metsävaratiedot auttavat suuntaamaan ja ajoittamaan hakkuut metsänhoidollisesti ja taloudellisesti viisaasti. Lisäksi metsäammattilaisten tarjoamia neuvontapalveluja kannattaa hyödyntää hakkuiden suunnittelussa.

Jos omistaa metsän yhdessä jonkun tai joidenkin muiden kanssa, pitää osapuolten keskenään sopia asioista ennen puukaupparjouksen pyytämistä ja puukauppasopimuksen tekemistä. Lisäksi pitää muistaa tehdä metsänkäyttöilmoitus Metsäkeskukseen vähintään 10 päivää ennen hakkuun aloittamista.

Oman työn seuranta parantaa laatua ja on kustannustehokasta molemmille osapuolille, koska töiden korjaamiseen jälkeenpäin on vähemmän tarvetta. Hyvä laatu hakkuussa tarkoittaa sitä, että puunkorjuu on tehty tilauksen mukaan ilman runkoja juuristovaurioita ja että juurikäävän torjunta on tehty riskiaikana ja riskikohteissa hyvin.

Tee selkeä tilaus

Mieti ensin, mitä haluat. Vasta sitten voit tehdä selkeän ja yksilöidyn tilauksen. Selkeä tilaus on varmin tapa päästä toivottuun lopputulokseen. Esimerkiksi harvennushakkuissa kannattaa hakkuusopimukseen kirjata kasvatettavaksi jätettävän puuston minimimäärä.

Vaadi hyvää laatua

- Kysy, onko toimijalla omavalvonta ja seurantamittaukset käytössä.
- Kysy puunostajilta, miten he seuraavat hakkuun ja kantokäsittelyn laatua.
- Pyydä laadun seurannan dokumentteja nähtäväksesi. Tarkista, että työn tilauksen yhteydessä on sovittu omavalvontaraportin luovuttamisesta sinulle.

Hyvä laatu metsässä tarkoittaa sitä, että metsänhoitotyöt ja hakkuut tehdään metsänhoitosuosituksen ja metsänomistajan asettamien tavoitteiden mukaisesti.

Hakkuun laadun tarkistuslistat

Lähde: Äijälä, O., Koistinen A., Sved J., Vanhatalo K., & Väisänen P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. Päivitetty 2019. (pdf) www.metsanhoitosuosituks.fi

Kirjallisesti laaditussa sopimuksessa on sovittu

- yhteydenpidosta (yhteyshenkilöt, yhteystiedot ja yhteydenpitotapa)
- käsittelyalueen rajauksesta hakkuutapakohtaisesti
- metsänomistajalle koituvista tuloista ja menoista, arviona
- hakkuun toteutusajankohdasta, ja arvio aloitus- ja lopetusajankohdasta
- siitä, millainen metsä on hakkuun jälkeen
- käytettävistä laatuksiteereistä sekä menettelytavasta jos laatuvaatimukset eivät täyty
- kantojen varastoinnista kannonnoston jälkeen
- metsänomistajan erityistoiveista.

Hakkuun luonnonhoito on laadukasta, kun

- on vältetty järeiden pysty- ja maalahopuiden vaurioittamista
- on säästetty luonnon monimuotoisuudelle arvokkaita lehtipuita kuten raitoja, haapoja ja leppiä säästöpuiksi
- olemassa olevia säästöpuuryhmiä ei ole käsitelty
- lehtipuiden osuus havupuuvaltaisessa metsikössä on tavoitteen mukainen

- on otettu huomioon vesiensuojelun suojakaistat
- on otettu huomioon mahdolliset erityiskohteet, kuten luonto- ja muinaismuistokohteet
- polut ja kulkureitit ovat säilyneet kulkukelpoisina.

Kasvatushakkuun toteutus on laadukasta, kun

- korjuuajankohta on valittu kohteen kantavuuden ja korjuukaluston mukaan
- kasvamaan on jätetty tavoitteen mukainen hyvälaatuinen puusto
- on huolehdittu juurikäävän torjunnasta riskiaikana riskikohteilla
- on vältetty maasto- ja puustovaurioiden syntymistä esimerkiksi ajourien havutuksella
- ajourien leveys ja ajouraväli ovat metsänhoidon suositusten mukaiset
- varastoalue siistitään ja pidetään liikennöitävässä kunnossa.

Eri-ikäisrakenteisen metsän poiminta- ja pienaukkohakkuun toteutus on laadukasta, kun

- kasvamaan on jäänyt tavoitteen mukainen määrä hyvälaatuista puustoa
- kehityskelpoinen alikasvos ja kasvatettava puusto ovat säilyneet pääosin ilman vaurioita
- hakkuissa on säilytetty tai edistetty puuston erirakenteisuutta
- hakatut pienaukot ovat tavoitteen mukaisia
- pienaukkojen reunametsät on harvennettu
- on huolehdittu juurikäävän torjunnasta riskiaikana riskikohteilla
- on vältetty maastovaurioiden syntymistä
- ajourat on suunniteltu puuston, maaston muotojen ja maisemanhoidon mukaan.

LIITE 3. Kantokäsittelyn omavalvontaohje

1 Yleistä

Omavalvonta on yleinen työkalu työn laadun hallinnassa. Siinä tekijä mittaa oman työnsä laatua, vertaa sitä ohjeissa annettuihin ohjearvoihin tai työnantajalta saamiinsa tavoitteisiin sekä muuttaa tarvittaessa toimintatapaansa. Omavalvonta parantaa työn laatua, mikä lisää työn kustannustehokkuutta.

2 Laki velvoittaa juurikäävän torjuntaan

Laki metsätuhojen torjunnasta (228/2016) velvoittaa metsän hakkaajan huolehtimaan kivennäis- ja turvemaalla toteutettavan kasvatus- ja uudistushakkuun yhteydessä juurikäävän torjunnasta juurikäävän leviämisen riskialueella toukokuun alun ja marraskuun lopun välisenä aikana. Säädöksen määrittämä riskialue on eteläinen ja keskinen Suomi. Lisäksi laki edellyttää ammattimaiselta toiminnanharjoittajalta torjuntatyön omavalvontaa.

3 Kantokäsittelyn laatutekijät

Sulan maan aikaisissa hakkuissa kantokäsittely on ainoa tehokas keino torjua juurikäävän itiöleviämistä. Huolellisesti toteutettu kantokäsittely estää yli 90 prosenttia juurikääpä-tartunnoista.

Laatutekijät ovat:

1. Kantokäsittelyaineen laatu ja tuoreus
2. Kantokäsittelyaineen peittävyys kannossa
3. Laitehäiriöiden hallinta, nopea havainnointi ja vian korjaus
4. Kantokäsittelykauden noudattaminen

4 Kantokäsittelyaineen laatu ja tuoreus

Tuoreusvaatimus koskee erityisesti harmaaorvakkavalmistetta. Käyttöliuos on valmistettava ohjeen mukaan, jotta sen itiötiheys on riittävän suuri. Huoneenlämpöön otettu pakkaus tulee käyttää viikon sisällä ja valmis käyttöliuos tulee käyttää 36 tunnin kuluessa. Levityslaitteiston letkut tulee puhdistaa päivittäin, säiliö tyhjentää muutaman kerran viikossa ja huuhdella kerran viikossa.

Urealiuoksen osalta on huolehdittava riittävästä väkevyydestä (32-33 % typpipitoisuus).

5 Kantokäsittelyaineen peittävyys kannoissa

Hyvä laatu kantokäsittelyssä tarkoittaa sitä, että torjunta-ainetta on kannon pinnalla vähintään yhden millimetrin kerros. Täyden torjuntatehon saavuttaminen kannoissa edellyttää, että käsittelyaine peittää koko kantopinnan. Tämän tulee aina olla tavoitteena.

Torjunta-aineen peittävyys kannossa:

- >95 % erinomainen
- ≥85 % hyväksyttävä
- <85 % ei hyväksyttävä

6 Laitehäiriöiden hallinta, nopea havainnointi ja vian korjaus

Toteutettaessa juurikäävän torjuntaa vaativissa maasto-olosuhteissa laitehäiriöiden riski on aina olemassa ja niihin on reagoitava nopeasti. Hakkuutyössä koneenkuljettaja näkee hyvin kantokäsittelylaitteiden häiriöt ohjaamosta. Häiriötilanteessa hän selvittää heti häiriön syyn ja korjaa vian.

7 Kantokäsittelykauden noudattaminen

Metsän hakkaajan on huolehdittava kivennäis- ja turvemaalla suoritettavan kasvatus- ja uudistushakkuun yhteydessä juurikäävän torjunnasta juurikäävän leviämisen riskialueella toukokuun alun ja marraskuun lopun välisenä aikana.

Torjuntaa ei tarvitse tehdä jos:

1. terminen kasvukausi ei ole alkanut;
2. hakkuuvuorokauden alin lämpötila hakkuukohteella on alle 0 celsiusastetta;
3. maassa on yhtenäinen lumipeite; tai
4. hakkuun kohteena olevan metsän sijaintikunnan alin lämpötila on hakkuuta edeltävällä kolmen viikon jaksolla ollut alle -10 celsiusastetta.

Kantokäsittelyn aloittamista keväällä suositellaan aikaistamaan, jos terminen kasvukausi alkaa ennen toukokuun alkua.

8 Omavalvonnan toteutus

Omavalvonta toteutetaan torjunta-aineen peittävyysprosentin mittauksena käsitellyistä kannoista. Omavalvontamittaus tehdään hakkuukoneen mittakontrollin yhteydessä (satunnaisrunkomittaus ja kalibroitimittaus). Peittävyys määritetään viidestä viimeksi kaadetun puun kannosta. Peittävyys mitataan jokaiselta leimikolta, jos metsänomistajan kanssa on sovittu kantokäsittelyn laatutiedon toimittamisesta tai urakanantaja haluaa oma-aloitteisesti toimittaa tiedon torjunnan laadusta. Omavalvonnan toteutuksessa on kolme erilaista vaihtoehtoa.

Vaihtoehto 1: Mittauksen toteutus älypuhelinsovelluksella

Sovellus (esimerkiksi Trestima) on ladattavissa mobiililaitteeseen Play-kaupasta. Sovellus hyödyntää puhelimen GPS-paikannusta toiminnoissaan, joten sille on annettava oikeus puhelimen sijaintitietoihin. Myös käyttöoikeudet on hankittava ennen varsinaisia mittauksia.

Kuvausohje

Kanto kuvataan suoraan ylhäältä alaspäin, jolloin kameran etsin siirtyy kantokuvaustilaan. Kantokuvaustilan voi havaita vasemmassa yläkulmassa olevasta kannon kuvasta 1, sekä keskellä näkymää tulevasta ympyrästä 2. Kuvattava kanto sijoitetaan siirtämällä kameran etsin keskelle kantoa, niin että **kanto tulee kuvaan kokonaan ja mahdollisimman suurena**.

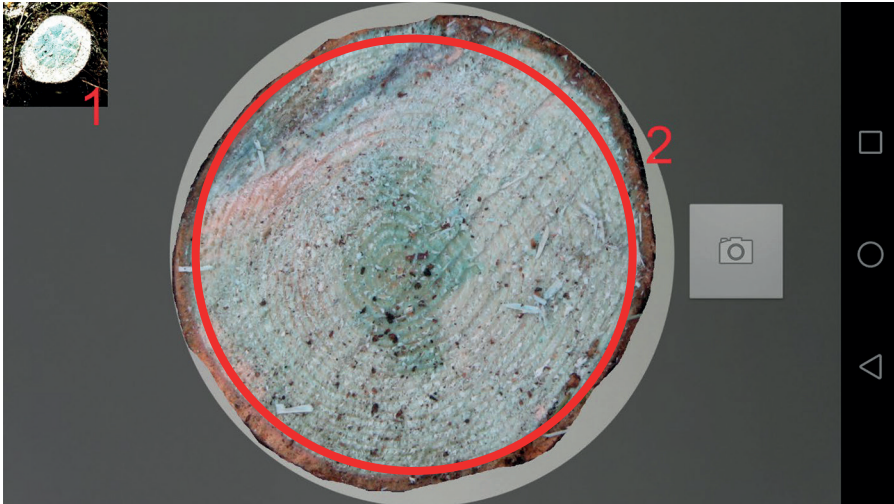
Sovelluksessa on oletusarvoisesti taskulampputoiminto päällä, jolloin kameran kohdistus ja kuvan ottaminen onnistuvat myös hämärässä. Toiminnon saa pois painamalla näytössä olevaa taskulamppusymbolia.

Peittävyyden tulkinta ja sovellukseen liittyvä raportointiominaisuus

Trestiman sovelluksessa valokuvat siirtyvät mobiililaitteesta palvelimeen. Peittävyysprosentit tulevat paluuviestinä puhelimeen. Järjestelmä lähettää automaattisesti sähköpostitse käyttäjätunnukselle URL-linkin raporttiin. Raportti sisältää mittauksen sijaintitiedon kartalla sekä kantokuvat ja sovelluksen määrittämät kantokäsittelyn peittävyystiedot.

Vaihtoehto 2: Mittauksen toteutus peittolevyllä ja sähköisellä tiedonsiirrolla

Tiedon siirto mittasaksien avulla (käyttöympäristönä Masser Scaler 3-mittasakset ja Stan-ForD 2010 mukainen tiedonsiirto). Peittävyysprosentin voi tällöin määrittää joko puhelinsovelluksella tai manuaalisesti ns. peittolevyllä.



Kuva 1. Esimerkki oikein kameran etsimeen sijoitetusta kannosta.



Kuva 2. Esimerkki **liian kaukana** kamerasta olevasta kannosta. Ainakin osa kannosta on oltava punaisen kehän ja ulkokehän välissä.



Kuva 3. Esimerkki **liian lähellä** kamerasta olevasta kannosta. Kanto ei mahdu kokonaan kuvaan.

Mitatut peittävyysprosentit tallennetaan Masserin mittasaksille HQC-tiedoston kanto-laajennukseen. Peittävyystieto voidaan siirtää HQC-tiedoston mukana edelleen urakanantajan metsäjärjestelmään.

Masser-mittasaksien käyttö:

PÄÄVALIKKO				
KANTO				
KANTOKÄSITTELYN				
OMAVALVONTA				

Päävalikolle on lisätty viimeiseksi valikoksi KANTO.

Kanto, KA: 0%				
1	2	3	4	5
-	-	-		
1 . KANTO				
90%				

Mittausnäkymä. Mittaus aloitetaan syöttämällä ensimmäisen kannon peittävyysprosentti. Mittaus jatkuu, kunnes kaikki 5 kantoa on syötetty. Ylimmällä rivillä näkyy syötettyjen arvojen keskiarvo. Vipukytkimellä 1% askellus.

Peittävyys KA: 92%				
Tapahtuiko torjunta-				
aineen levityksessä				
laitehäiriö?				
EI				

Kun kantojen peittävydet on syötetty, niin ohjelma kysyy, havaittiinko laitehäiriöitä ja ohjelma palaa päävalikolle. Mikäli vastataan KYLLÄ, niin harvesterin näytölle avautuu tiedonsiirron jälkeen ikkuna, johon voidaan kirjoittaa tarkempi kuvaus laitehäiriöstä.

Kanto, KA: 92%				
1	2	3	4	5
90	90	90	95	95
1 . KANTO				

Mittauksia voidaan tarkastella ja muokata palaamalla takaisin KANTO valikolle.

Vaihtoehto 3: Mittauksen toteutus peittolevyllä manuaalisella tiedonsiirrolla

Peittävyys määritetään peittolevyllä ja kuljettaja merkitsee torjuntatuloksen manuaalisesti organisaationsa käyttämiin tietojärjestelmiin tai lomakkeille.

www.metsakeskus.fi/julkaisut

ISBN 978-952-283-052-4, nid.

ISBN 978-952-283-053-1, pdf